# Das Integument der Chitonen.

Von

Division of Mollusks
Sectional Library

J. Blumrich.

(Mit Tafel XXIII—XXX u. 1 Figur im Text.)

(Separat-Abdruck aus: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. LII. 3.)

---

Leipzig

Verlag von Wilhelm Engelmann

1891.

Oswald Weigel
Antiquariat & Adolfine-Institut
Leipzig, Königsstr. 1.

QL
430.1
B65
1891
Moll.

Herrn Professor Dr. O. Taumann
hochachtungsvoll
B. Hatschek

# Das Integument der Chitonen.

Von

**Jos. Blumrich,** stud. phil.

Mit einer Vorbemerkung von Professor Dr. B. Hatschek in Prag.

---

Mit Tafel XXIII—XXX und 1 Figur im Text.

---

U.S. NATIONAL MUSEUM
DALL COLLECTION
DIVISION OF MOLLUSCS

SMITHSONIAN
MAY 23 1988
LIBRARIES

Die nachfolgende, in dem von mir geleiteten zoologischen Institute ausgeführte Arbeit des Herrn J. Blumrich wird nicht nur in vielen Einzelheiten das Interesse der Fachgenossen erregen, sondern auch in Bezug auf manche allgemeinere Fragen wichtige Anknüpfungspunkte bieten. Auf einige derselben will ich in Folgendem kurz hinweisen.

Die Ausscheidung der Chitonen aus der Gruppe der Gastropoden und die Hinzuziehung von Neomenia und Chaetoderma, sowie die daraus gefolgerte Gegenüberstellung der Amphineuren und Conchiferen bildet einen der bedeutsamsten Fortschritte in unserer Erkenntnis des Molluskenstammes. Wir verdanken dieses, so wie manches andere wichtige Resultat H. v. Ihering, und wir müssen, wenn auch im Einzelnen manche seiner Anschauung durch weitere Forschungen verbessert wurde, stets anerkennen, dass er in diesen Fragen bahnbrechend gewirkt hat. Der Gegensatz von Amphineuren und Conchiferen wird auch durch die vorliegende Untersuchung aufs Neue bekräftigt. Wir finden, dass gewisse Eigenthümlichkeiten des Integumentes, so die mächtige Cuticularbildung und die Stachelbildungen des Mantelsaumes, für die Amphineuren charakteristisch sind, und deren Zusammengehörigkeit noch weiter begründen, während diese Charaktere den Conchiferen fehlen. Die Stachelbildung ist in so hohem Grade charakteristisch, dass wir die Gruppe der Amphineuren auch mit einem Synonym als Aculifera bezeichnen und den Conchifera gegenüberstellen können. Die Ähnlichkeit in der Entwicklung der Stacheln mit der Borstenbildung der Anneliden deutet einen weiteren, allerdings noch hypothetischen Ausblick an; die schönen Untersuchungen von

Reincke finden in der nachfolgenden Arbeit Blumrich's manche erwünschte Bestätigung und Erweiterung.

Wenn so der Gegensatz der beiden Abtheilungen der Mollusken durch diese Untersuchungen seine Bekräftigung findet, so findet ferner noch eine andere Frage, nämlich die Beziehungen innerhalb der Amphineuren, d. h. die Beziehungen der Chitonen zu Neomenia und Chaetoderma eine Aufklärung, welche aber den herrschenden Ansichten in dieser Frage widerspricht. Es freut mich zu sehen, dass in einer kürzlich erschienenen Mittheilung[1] der treffliche Molluskenforscher Paul Pelseneer zu denselben Resultaten gekommen ist, welche wir im Nachfolgenden andeuten wollen, so dass unsere Anschauungen als eine Bestätigung derjenigen von Pelseneer zu betrachten sind.

Das Integument der Chitonen zeigt an verschiedenen Theilen des Körpers eine ganz charakteristische Differenzirung, und diese ermöglicht eine genaue Vergleichung dieser Regionen auch bei den anderen zu besprechenden Formen. Nur der Mantelsaum ist bei den Chitonen mit einer charakteristischen Cuticularschicht und Stachelbildungen, sowohl an seiner dorsalen, als auch an seiner ventralen Fläche, versehen. Dieser Mantelsaum ist mit einer besonderen Muskulatur ausgestattet. Die Betrachtung von Chitonellus zeigt uns, dass bei geringerer Ausdehnung der Schalenstücke und geringerer Ausdehnung des Fußes dieser Mantelsaum sammt seiner Muskulatur einen relativ viel größeren Umfang gewinnt. Das Vorhandensein desselben Integumentgewebes nicht nur im Mantelsaume, sondern auch zwischen den auf einander folgenden Schalenstücken mag darauf hindeuten, dass diese charakteristische Integumentbildung ursprünglich über die ganze Rückenfläche ausgedehnt war, welches Verhalten bei Chiton durch das Aneinanderstoßen der Schalenstücke unterdrückt ist, bei Chitonellus durch die Verkleinerung der Schalenstücke wieder bemerkbar wird. Die Fußbildung von Chitonellus ist in dem hinteren Theil des Körpers viel mächtiger. Nach vorn zu verkleinert sich der Fuß beträchtlich; da auch die Kiemen im vorderen Körpertheil fehlen, so erscheint die Mantelhöhle (Kiemenhöhle) dort nur als eine einfache und nur wenig ausgedehnte Rinne, die nur eine Andeutung des Fußes und keine Kiemenbildung enthält. Auch die Kopfbildung erscheint rudimentär.

Von diesen Verhältnissen sind nun diejenigen von Neomenia ableitbar, welche charakterisirt sind durch das gänzliche Fehlen des Fußes und die Beschränkung der Kiemenhöhle auf einen hinteren Theil, der hier als Kloake abgesetzt erscheint und sich nach vorn nur

[1] Paul Pelseneer, Sur le pied de Chitonellus et des Aplacophora. in: Bulletin scientifique de la France et de la Belgique. T. XXII. p. 489—495. 1890.

in Form einer ventralen Rinne fortsetzt. Noch weiter ist die Rückbildung der Bauchfurche bei Chaetoderma gediehen (die Bauchfurche wird von Hansen neuerdings in Abrede gestellt). Hier ist nur noch die Kloake mit ihren Kiemen als Reste der ursprünglichen Mantelhöhle vorhanden.

Sowohl bei Neomenia, als auch bei Chaetoderma erstreckt sich die charakteristische Integumentbildung des Mantelsaumes über die ganze Cirkumferenz des Körpers, und auch die Muskulatur des Körpers, welche die Verhältnisse eines Hautmuskelschlauches zeigt, ist zum größten Theil auf die Muskulatur des Mantelsaumes zurückführbar. Alle diese Verhältnisse sind verständlich, wenn man von Chiton ausgehend zunächst Chitonellus, sodann Neomenia und endlich Chaetoderma in Vergleich zieht. Die letzteren Formen sind, wie erwähnt, als rückgebildete oder umgebildete Formen zu betrachten. Zu den Gründen, welche schon Pelseneer für diese Auffassung anführt — die wichtigsten derselben sind: die Gleichmäßigkeit der Kiemenbildung und Fußbildung in der Längsausdehnung des Körpers bei Chiton im Gegensatz zu der allmählich beschränkteren Ausbildung dieser Organe (durch Rückbildung von vorn her) bei den anderen Formen — möchte ich noch ein wichtiges Argument hinzufügen. Der laterale Nervenstrang, Pleuralstrang, liegt bei den Chitonen unmittelbar längs der Kiemen sehr nahe dem Integument der Kiemenhöhle. Bei den anderen Formen (schon bei Chitonellus, Taf. XXVI, Fig. 21 *n*) rückt er immer tiefer ins Innere des Körpers und gleichzeitig mit ihm auch die ihn begleitende Kiemenarterie und -Vene. Die Bildungen erscheinen endlich ganz nach innen von der mächtigen Muskulatur gelagert. Sowohl in seiner Lagerung, als auch in den deutlicheren Beziehungen zu den Kiemen scheinen bei Chiton die ursprünglicheren Verhältnisse vorzuliegen.

Wir schließen uns also vollständig der Ansicht Pelseneer's an, dass unter den Amphineuren die Chitonen der gemeinsamen Stammform näher stehen als Chitonellus und die Aplacophora (Neomenia und Chaetoderma), eine Folgerung, die von größter Bedeutung ist, wenn es sich um weitere Erforschung der Ableitung des gesammten Molluskenstammes handelt.

**B. Hatschek.**

## Einleitung.

Die Rückenschalen und das Integument des Mantelrandes der Chitonen sind schon wiederholt Gegenstand der Untersuchung gewesen. Im Folgenden sollen die wichtigsten bisher gewonnenen Resultate in Kürze dargestellt werden.

### a. Litteratur über die Schalen.

In seinen »Beiträgen zu einer Malacozoologia Rossica«, 1847, wandte Middendorff als Erster den Chitonschalen seine Aufmerksamkeit zu. Er unterschied an ihnen zwei Lagen, das Tegmentum, welches am Thiere von außen allein sichtbar ist, und das Articulamentum, die tiefere Schicht, welche theils vom Tegmentum und theils vom Mantel verdeckt wird. An den sieben hinteren Schalen überragen zwei flügelartige Vorsprünge des Articulamentums (die Apophysen) das Tegmentum am Vorderrande und greifen unter den Hinterrand der nächst vorderen Schale; sie stecken in taschenförmigen Mantelfalten, gleich wie der übrige Rand der Schalen. Während bei manchen Chitonarten das Tegmentum an Ausdehnung dem Articulamentum nur wenig nachsteht, ist es bei anderen rudimentär und nur in Form eines Schildchens auf der Mitte des Articulamentums erhalten. Bei Cryptochiton Stelleri endlich fand Middendorff das Tegmentum ganz geschwunden; die Schale (das Articulamentum) liegt hier im Mantelgewebe völlig verborgen. Das Wachsthum der Schalen erfolgt nach ihm durch Absonderung innerhalb der Mantelfalten. Auf Dünnschliffen senkrecht durch die Schalen von Cryptochiton bemerkte er, dass sie sich aus mehreren Schichten zusammensetzen, die aus sehr zarten, lothrecht gestellten Plättchen bestehen.

Gray veröffentlichte 1848 einige Bemerkungen über den Bau der Chitonschalen in den »Philosoph. Transactions of the Royal Society of London«. Er nahm zwischen dem Articulamentum und Tegmentum Middendorff's noch eine dritte schmale, zellenhaltige Schicht wahr und erkannte, dass dieselbe durch zarte Ausläufer des Mantelgewebes gebildet wird. Er verglich sie mit dem Gewebe in den Schalen der coronalen Cirripedien. Im Tegmentum erblickte er eine Eigenthümlichkeit der Chitonschalen und war der Ansicht, das Articulamentum allein sei der Schale der übrigen Gastropoden homolog.

Den feineren Aufbau der Schalen erforschte zuerst Marshall und legte die gewonnenen Resultate in den »Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles« 1868 nieder. Das Articulamentum fand

er besonders reich an anorganischen Stoffen und nahm in demselben vier besondere Lagen wahr. Die unterste derselben besteht nach ihm aus aufrechten, eng an einander schließenden Kalksäulchen, welche aus abwechselnd helleren und dunkleren Schichten aufgebaut sind. Die folgende Lage ist mächtiger und zeigt eine feinkörnelige Struktur. Die dritte Lage gleicht der ersten, nur besitzen ihre vierseitigen Säulchen eine oberflächliche Riefung. Die Säulchen der letzten, vierten Schicht sind horizontal gelagert und in Reihen geordnet, welche von der Mitte des Schalenhinterrandes halbkreisförmig ausstrahlen. An der Oberfläche des Tegmentums, das ihm hauptsächlich aus organischen Stoffen zu bestehen schien, sah Marshall ein zartes, gegen Säuren widerstandsfähiges Häutchen, welches er Epidermis benannte. Im Tegmentum fand er ein System feiner Kanälchen ausgebreitet, die an der Schalenoberfläche durch Käppchen verschlossen sind. Letztere stehen in Gruppen zu 8—15 beisammen, welche auf der Schale regelmäßig vertheilt sind. Die zu einer Käppchengruppe gehörigen Kanälchen steigen in die Tiefe und münden gemeinsam in eine längliche Höhlung. Von diesen Höhlungen führt je ein Kanälchen weiter nach abwärts, biegt an der Grenze zwischen Articulamentum und Tegmentum um und verläuft dann in horizontaler Richtung. An gewissen Stellen der Schalen, den sogenannten Nähten, durchsetzen die von den Höhlungen herabsteigenden Kanälchen auch das Articulamentum. An der ersten und achten Schale sah Marshall mehrere solcher Nähte, welche gegen die Mitte der Schale zu konvergiren, an den übrigen sechs Schalen nur je zwei, von der Mitte des Hinterrandes ausstrahlend. Nach Entkalkung der Schalen durch Salzsäure erblickte Marshall in den Kanälchen und Höhlungen zarte Häutchen, an denen er keine Struktur wahrzunehmen vermochte. Eben so wie Gray hielt er sie für Ausläufer des Mantels, homolog mit den Gebilden in der Schale der Brachiopoden und Balaniden. Irrigerweise vermuthete er, ein Athmungsorgan in ihnen vor sich zu haben.

van Bemmelen, welcher 1882 in seiner Proefschrift »over den bow der schelpen van Brachiopoden en Chitonen« die Untersuchungen Marshall's wieder aufnahm, konnte auf Grund seiner Präparate das im Tegmentum enthaltene Gewebe genauer analysiren. Er sah nämlich im Tegmentum zahlreiche, zellige Papillen, von deren unterem Ende feine, zellkernhaltige Fäden ausgehen. Diese verlaufen entweder horizontal zwischen Articulamentum und Tegmentum nach dem Schalenrande hin, wo sie mit dem Mantelepithel in Verbindung treten, oder sie durchbohren das Articulamentum. An der Ansatzstelle dieser Fäden an die Papillen beobachtete er stets eine Gruppe von Zellkernen. Von da aus legt sich der Faden in ein Bündel von Fäden aus einander,

welches den Raum der Papille erfüllt. Der obere Theil dieser Bündel war in Körner aufgelöst, von denen einige sich mit Karmin färbten und hierdurch Zellkernen ähnlich wurden, andere eine gelbliche Färbung behielten. VAN BEMMELEN deutete sie als Pigmentkörner. Vom oberen Ende der Papillen strahlen zarte Fäden aus, welche an der Schalenoberfläche mit einer von einem Chitinkäppchen umhüllten Anschwellung abschließen. Zwischen diesen Käppchen ist ein dünnes Häutchen ausgespannt, welches er Periostracum benannte (die »Epidermis« MARSHALL's). Dort wo das Epithel des Mantelrandes in den Schalensack umbiegt, sah er verschiedene Entwicklungsstadien der Tegmentalpapillen, welche eben so, wie die im Tegmentum eingeschlossenen, gestielte Käppchen trugen, fasste sie jedoch als Übergangsformen der Tegmentalpapillen in die Papillen des Mantelrandes auf. Bezüglich des Articulamentums erwähnt er, dass es keine Papillen enthalte, und dass nach dem Entkalken nur spärliche Reste organischer Natur davon zurückbleiben. Er fand auch, dass die Angaben MARSHALL's über den Aufbau des Articulamentums nicht für alle Schalen stimmen. Auf Dünnschliffen durch die sechs mittleren Schalen konnte er zwischen der untersten und dritten Lage MARSHALL's noch fünf bis sechs Lagen konstatiren, welche aber sämmtlich aus Kalksäulchen bestanden, die in den verschiedenen Lagen eine verschiedene Anordnung zeigten. Darin stimme das Articulamentum der Chitonen mit den Schalen der Gastropoden überein. Das Tegmentum, eine besondere Eigenheit der Chitonen, stelle einen ursprünglicheren Zustand der Schale dar, welcher bei den eigentlichen Gastropoden nicht mehr auftrete.

H. N. MOSELEY veröffentlichte unter dem Titel: »On the Presence of Eyes in the Shells of Certain Chitonidae and on the Structure of these Organs« 1885 eine Arbeit im »Quarterly Journal of Microscopical Science«, in welcher er ebenfalls das im Tegmentum enthaltene Gewebe bei einer Anzahl von Chitoniden bespricht. In den zwischen Articulamentum und Tegmentum verlaufenden Fäden nahm er eine fibröse Struktur, zahlreiche Zellkerne und eine Granulirung wahr. Er vermuthet auch Nervenfasern darin, da sie zu den Augen und den von ihm als Tastorgane gedeuteten Tegmentalpapillen VAN BEMMELEN's hinziehen. Desshalb betrachtet er diese Fäden nicht als bloße Mantelepithelfortsätze, sondern nimmt einen tieferen Ursprung derselben an. Den Tegmentalpapillen legt er den Namen Ästheten bei, die am oberen Ende derselben sich abzweigenden Ausläufer nennt er Mikrästheten, den mächtigeren centralen Fortsatz das Megalästhet. Mit besonderem Nachdruck betont MOSELEY, dass die Chitinkappen eines Ästhetes stets von zweierlei Größe seien; die dem Megalästhet aufsitzende Kappe ist

die größte, die der Mikrästheten sind kleiner, aber unter sich gleich groß. An den Chitinkappen beobachtete er eine Struktur, als ob sie aus in einander gesteckten Hohlkegeln beständen. Einzelne der horizontal verlaufenden Fäden sah er bei Corephium aculeatum direkt zur Schalenoberfläche aufsteigen und mit einer Chitinkappe abschließen, ohne dass sie vorher mit einem Ästhete in Verbindung getreten wären. Den histologischen Aufbau der Ästheten hat Moseley nicht so deutlich sehen können wie van Bemmelen. Bei gewissen Chitoniden fand er eine augenähnliche Ausbildung einzelner Megalästheten vor. Derartige Ästheten sind von einem Pigmentmantel umgeben, der seitlich von den Mikrästheten durchsetzt wird. Unterhalb der corneaähnlichen Emporwölbung des Tegmentums liegt eine bikonvexe Linse, unter welcher eine aus kubischen Zellen bestehende Retina sich befindet, welcher aber das Pigment fehlte. — Das Wachsthum der Schalen erfolgt nach Moseley durch Abscheidung des Mantelgewebes. Am Mantelrande konnte er in den jüngsten Schalentheilen die Augen und Ästheten in allen möglichen Bildungsstadien erblicken. Er hebt aber hervor, dass nie ein Stachel ins Tegmentum eingewachsen erscheint, wie auch andererseits kein Auge oder Ästhet auf dem Mantelrand sichtbar sei.

Der Vollständigkeit halber mag noch die Abhandlung von Joh. Thiele »Über Sinnesorgane der Seitenlinie und das Nervensystem von Mollusken« (diese Zeitschr., 1889, XLIX. Bd.) Erwähnung finden. Gewisse modificirte Ästheten von Chiton rubicundus hält er für Augen und konnte von diesen bis zu einem Ganglion, dem »Augenganglion«, einen Strang mit schwach gefärbten Zellkernen verfolgen, welcher wahrscheinlich ein Nerv sei.

### b. Litteratur über das Integument des Mantelrandes.

In der bereits angeführten Arbeit behandelt Middendorff auch das Integument des Mantelrandes. Er bemerkte, dass der Mantel außen von einer strukturlosen, durchsichtigen und ungefärbten Schicht bedeckt sei, welcher er den Namen »Stroma« gab. Bei einigen Chitonarten steckten darin zahlreiche Stacheln, die er für chitinig hielt, da sie angeblich Säuren widerstanden. Auf der Rückenseite des Mantels von Cryptochiton fand er außer den vom Stroma überdeckten Stacheln noch sehr lange, nadelförmige Gebilde, welche von einem Centralkanal durchsetzt waren und in tiefen Gruben zu Büscheln vereint beisammen standen. Diese bezeichnete er als Borsten.

Gray (l. c.) erblickte in den Stacheln und Kalkschuppen des Mantelrandes rudimentäre Schalen, und in ähnlicher Weise erklärte

Gegenbaur (»Grundriss der vergleichenden Anatomie« 1878) die Schalen als im Inneren des Mantelgewebes fortwachsende Stacheln.

Sehr eingehend befasste sich Reincke mit dem Integument des Mantelrandes in seinen »Beiträgen zur Bildungsgeschichte der Stacheln im Mantelrande der Chitonen« (diese Zeitschr., Bd. XVIII, 1868). Für das Stroma Middendorff's wählte er die zutreffendere Bezeichnung Cuticula. Dieselbe umschließt zahlreiche Papillen, welche er als eine Differenzirung des Mantelepithels auffasst. Die Stacheln ragen oft weit über die Cuticula empor. Reincke weist auch darauf hin, dass die Stacheln an der Bauchfläche des Mantelrandes stets kleiner sind als auf der Rückenseite. Der obere, größere Theil des ausgewachsenen Stachels besteht aus Kalk. Als Träger des Kalkstachels erscheint ein Chitinbecher. An dessen Unterseite setzt sich ein Plasmafaden mit einer Anschwellung an und verbindet so den Stachel mit einer Epithelpapille, innerhalb welcher er von Reincke noch eine Strecke weit abwärts verfolgt werden konnte; aber nie sah er ihn in das darunter gelegene Mantelgewebe übertreten. Die Stachelbildung hat Reincke bei vielen Chitonen untersucht und erkannt, dass Papillen daran betheiligt sind. Die erste Anlage des Stachels erfolgt immer in einer Epitheleinsenkung, ein Verhalten, welches ähnlich auch bei der Bildung der Anneliden-borsten zu beobachten sei. Diese Einsenkung ist von Cylinderzellen ausgekleidet, welche allmählich in die hohen Zellen einer Papille übergehen. Reincke unterscheidet zwei Arten der Stachelbildung; die eine davon beobachtete er bei Chitonellus fasciatus und vielen echten Chitonen. Sie charakterisirt sich dadurch, dass je zwei Papillen über dem in einer Epitheleinsenkung gelegenen jungen Stachel sich zusammenneigen. Während ihres Wachsthums durchbrechen die jungen Stacheln die Umhüllung mit ihrer chitinigen Spitze und drängen die beiden Papillen immer weiter aus einander. Ist das Wachsthum des kalkigen Stacheltheiles abgeschlossen, so gelangt an seinem unteren Ende der Chitinbecher zur Entwicklung, unterhalb dessen später noch ein chitiniger Ring abgesondert wird, welcher nur den Stacheln der echten Chitonen gänzlich fehle. Vom Epithel wird fortwährend Cuticularsubstanz ausgeschieden, und da sie sehr fest ist, so werden die neugebildeten Stacheln immer höher von ihr emporgehoben, so dass deren Berührung mit ihren Papillen eine zunehmend losere wird, bis sie schließlich mit denselben nur noch durch einen zarten Plasmafaden in Verbindung stehen, der in der Höhlung des mittlerweile entstandenen Chitinringes mit einer Anschwellung endigt. An großen Stacheln konnte Reincke mehrere solcher Plasmafäden nahe bei einander wahrnehmen.

Einen anderen Modus der Stachelbildung fand er bei Chiton

coquimbensis und Ch. lineolatus. Hier erfolgt die Anlage eines neuen Stachels ganz deutlich innerhalb einer Papille. An die jüngsten Stacheln von Ch. coquimbensis setzt sich eine große schwarz pigmentirte Zelle an, welche einen hellen Kern enthält. Nach dem Austritte des Stachels aus der Papille schwindet das Pigment der Zelle, und letztere wird zu einem hellen Plasmafaden. Denselben konnte Reincke vom Papillengrunde bis zum Chitinbecher verfolgen, unterhalb dessen er eine größere Anschwellung trug, nirgends aber war sein Eintritt in die Muskulatur wahrnehmbar. Auch bei Chiton lineolatus war die eigenthümliche Zelle vorhanden, nur fehlte ihr das Pigment. Bei dieser Species sah er als Besonderheit ins Gewebe des Mantelrandes eingesenkte Drüsenzellen, deren Ausführungsgänge mit einem Plattenepithel versehen waren.

van Bemmelen berücksichtigt in seiner Proefschrift ebenfalls das Integument des Mantelrandes. Bei Ch. marginatus (?) erblickte er auf dem Mantelrande keine Stacheln, sondern Kalkplatten, von denen er angiebt, dass sie äußerlich mit dem Tegmentum sehr übereinstimmen. Diese »Kalkplaten« oder »Randplaten«, wie er sie nennt, fasst er irrigerweise als ein zusammenhängendes Ganze auf und bringt sie direkt mit dem Tegmentum der Schalen in Vergleich. In den Randplatten erscheine eben so wie im Tegmentum ein strukturloser Stoff, die Cuticula Reincke's, als Träger des Kalkes. An zahlreichen Stellen sei die Cuticula der Randplatten von Kanälen durchbohrt, in welche Epithelpapillen aufragen, die er den von Reincke erwähnten Papillen des Mantelrandes gleichstellt. Diese bildet er mit einer Längsstreifung ab und großen, wandständigen Zellkernen. Im oberen Theile der Papillen sah er viele Vacuolen. Als Hauptunterschied zwischen den Randplatten und dem Tegmentum führt er ihre verschiedene Lagerung an. Das Tegmentum ist dem Articulamentum aufgelagert, die Randplatten hingegen ruhen auf dem Epithel des Mantelrandes und zeigen als Eigenheit an ihrer Basis eine mit Karmin sich stark färbende Schicht. In der Umgebung der Kanäle seien ferner in den Randplatten stark lichtbrechende, chitinige Stäbchen (Stafjes) vorhanden, welche dem Tegmentum abgehen. Ferner fehle den Randplatten ein Periostracum. Auf Grund der Übergänge der Tegmentpapillen in die des Mantelrandes an dem Schalenumfange erklärt er beide für homologe Bildungen; er hält sie für einfache Epithelfortsätze in die Cuticula. Die Chitinbecher am Fuße der Stacheln gelten ihm als gleichwerthig mit den Chitinkappen der Tegmentpapillen. Die Angaben Reincke's über die Bildungsweise der Stacheln bestätigt er. In den Verbindungssträngen zwischen Stacheln und Epithel bei Proneomenia Sluiteri sah er zahlreiche Kerne und glaubt daher, sie entsprächen dem Verbindungsstrange sammt der

Papille. An den langen, an organischen Stoffen reichen Kalkstacheln von Cryptochiton, den »Borstenbüscheln« Middendorff's, vermochte er keine Chitinbecher zu entdecken. Die Bauchfläche des Mantelrandes von Chiton marginatus (?), an welchem van Bemmelen seine Untersuchung hauptsächlich durchgeführt hat, sah er mit Kalkplatten von vierkantiger oder ovaler Form bewehrt, zwischen denen die Cuticula nur spärlich vorhanden war. Epithelpapillen fand er auch hier angedeutet.

Endlich erwähnt Joh. Thiele in der genannten Abhandlung bewegliche Stacheln bei Chiton rub., welche in Gruppen zu drei bis sechs auf dem Mantelrande stehen. In der Höhlung eines becherartigen Chitingebildes ruht der Knopf eines anderen Chitinkörpers, welcher als Träger des Kalkstachels fungirt. Die beiden chitinigen Theile bilden wahrscheinlich eine Art von Gelenk und ermöglichen eine freiere Beweglichkeit der über die Cuticula emporragenden Stacheln. Wie auch schon früher Reincke und van Bemmelen, so sah Thiele in der Cuticula gestielte Bläschen, welche keine Stacheln tragen, aber durch eine Faser mit dem Epithel des Mantelrandes in Verbindung stehen. Er möchte in ihnen eine Art Tastorgane erblicken, aus denen sich die Ästheten des Tegmentums differenzirt haben.

## I. Die Rückenschalen und das in ihnen enthaltene Gewebe.

### Die unentkalkten Schalen von Chiton siculus Gray, Ch. laevis Monter., Ch. Polii Phil. und Acanthochiton fascicularis Monter.

Wie schon Middendorff gefunden hat, bestehen die Schalen aus zwei verschiedenwerthigen Schichten, welche er mit den Namen Articulamentum und Tegmentum bezeichnete. Nach dem Befunde Marshall's ist das erstere reich an anorganischen und arm an organischen Substanzen, während es sich beim Tegmentum gerade umgekehrt verhält. Am Thiere ist das letztere allein sichtbar und liegt als eine dünne Kruste dem mächtigeren Articulamentum auf; es ist in mannigfacher Weise pigmentirt und der Träger der Schalenskulptur. Das Articulamentum hingegen ist ungefärbt, weiß und seine das Tegmentum überragenden Ränder stecken im Mantelgewebe verborgen. Bei allen Chitonen, welche ich untersucht habe, ist die vorderste Schale stets am einfachsten gestaltet; sie gleicht in ihrer Form dem Mantel eines niedrigen Kreiskegels, aus welchem hinten ein großer Sektor herausgeschnitten ist (Fig. 1). Die VIII. Schale besteht aus einem vorderen dreieckigen Stücke, einem sog. Mittelfelde (Area centralis), an welches hinten ein Theil sich anschließt, welcher der ganzen I. Schale entspricht (Fig. 1 *a*, Fig. 2 *VIII*). Die übrigen sechs Schalen sind nach

einem einheitlichen Plane gebaut; sie bilden schwach gewölbte Bogen und setzen sich aus drei dreieckigen Stücken zusammen, einem Mittelfelde und zwei kleineren sich hinten daranschließenden Seitenfeldern (Areae laterales), wie sie genannt worden sind. Die Stelle der stärksten Wölbung des Mittelfeldes auf der II. bis VIII. Schale wird als Kiel bezeichnet; der I. Schale fehlt stets ein Kiel. Das Mittelfeld der II. Schale erreicht immer die größte Ausdehnung, wesshalb ihr Kiel der längste ist. Die hinterste Schale kann man von einer der sechs mittleren Schalen ableiten, indem man sich vorstellt, dass der runde Endtheil derselben aus der Verschmelzung der nach rückwärts erweiterten Seitenfelder hervorgegangen sei.

Die Skulptur des Tegmentums bei Chiton siculus und laevis ist ziemlich übereinstimmend. Die Mittelfelder der Schalen sind durch eine größere Anzahl von Rippen ausgezeichnet, welche in der Längsrichtung des Thieres verlaufend, gegen den Kiel zu allmählich verstreichen und in die etwas erhöhten und dadurch deutlich abgesetzten Seitenfelder übergehen. Die Seitenfelder und ihre Derivate (die ganze I. Schale und der Endtheil der VIII.) besitzen eine seichte radial und koncentrisch verlaufende Riefung (Fig. 1). Bei Chiton Polii sind alle Schalen einheitlich skulpturirt; sie sind nämlich dicht bedeckt von kleinen, regelmäßig vertheilten Höckern. Diese sind auf den sieben vorderen Schalen auf der Mitte des Hinterrandes winzig und nehmen in der Richtung nach vorn und den Seiten stetig an Größe etwas zu. Auf der VIII. Schale werden sie vom Mittelpunkte nach allen Seiten hin größer. Durch ihre gleichartige Skulptur heben sich die etwas erhöhten Seitenfelder vom Mittelfelde weniger scharf ab, als es bei den beiden früher erwähnten Species der Fall ist. Auch die Schalen von Acanthochiton erscheinen unter der Lupe von ähnlichen runden Höckern bedeckt (Fig. 1 *a*). Eine Ausnahme macht nur der Kiel, welcher mit einer engen Längsriefung versehen ist. Auch hier sind die Höcker regelmäßig angeordnet. Die Seitenfelder sind hier vom Mittelfelde nicht merklich abgesetzt.

Wenn man die Schalen von Chiton siculus, laevis und Polii ablöst, so zeigt sich, dass bei diesen Arten die Größenverhältnisse zwischen Articulamentum und Tegmentum an den entsprechenden Schalen dieselben sind. Bei allen hat nur an der vordersten Schale das Tegmentum die gleiche Ausbreitung wie das Articulamentum (Fig. 2 *I*). An den sieben folgenden Schalen springt am Vorderrande zu beiden Seiten des Kieles ein flügelartiger Fortsatz des Articulamentums (Apophysis) unter dem Tegmentum vor und greift unter die nächst vordere Schale, auf deren Unterseite er seinen Abdruck hinterlässt (Fig. 2 und 3 *ad*).

Wenn man die Schalen von der Innenseite betrachtet, so erblickt man am Vorderrande der I. Schale zehn Einkerbungen (Incisurae) im Articulamentum (Fig. 3 *I*), von welchen aus, radial gegen die Spitze zu, Reihen von schlitzartigen Bohrungen hinziehen; diese liegen in den sog. Nähten (Suturae). Am Endtheile der letzten Schale ist die gleiche Anzahl von Incisuren und Nähten wahrnehmbar (Fig. 3 *VIII i*). Die übrigen sechs Schalen besitzen am rechts- und linksseitigen Rande nur je zwei Incisuren und eben so viele Nähte (Fig. 3 *n*), und zwar liegt die eine (bisher übersehene) davon nahe am Hinterrande, die andere giebt im Verein mit ihrer Naht die Grenze zwischen den Seitenfeldern und dem Mittelfelde an. Längs der ganzen Erstreckung des Kieles sind feine Bohrungen gleich denen der Nähte sichtbar. Rings am Umfange der VIII. Schale außer am Kiele verläuft eine Rinne, welche so tief zwischen beide Schichten einschneidet, als die Incisuren groß sind (Fig. 3 *rn*). Diese Rinne, welche eine Trennung des äußersten Tegmentums vom Articulamentum herbeiführt, findet sich auch am Rande der übrigen Schalen vor, außer am Hinterrande, wo das Tegmentum sich gegen das Articulamentum umschlägt, und mit Ausnahme des Kieles. Im natürlichen Zustande ist diese Rinne von Mantelgewebe erfüllt.

Ganz anders stellen sich die Beziehungen zwischen den beiden Schalenschichten bei Acanthochiton heraus. An sämmtlichen Schalen weist hier das Articulamentum eine weit größere Ausdehnung auf als das Tegmentum. Bei der I. Schale ragt es unter dem Tegmentum in Gestalt eines Halbmondes hervor und trägt nur fünf Einkerbungen am Rande, welche bei Weitem nicht bis ans Tegmentum heranreichen (Fig. 4 *I i*). Bei den sechs mittleren Schalen erstreckt sich der große Flügel des Articulamentums jederseits vom Schalenhinterrande bis an den vorderen Kielrand (Fig. 4 *ap*) und besitzt nur eine einzige Einkerbung, welche der Lage nach derjenigen entspricht, welche bei den anderen Chitonen an der Grenze zwischen Mittel- und Seitenfeld liegt (Fig. 4 *II i*). Verhältnismäßig die größte Ausdehnung erlangt das Articulamentum der VIII. Schale, auf dem das Tegmentum nur in Form eines Schildchens aufruht; nur vorn am Kielrande fallen die Grenzen von beiden Schichten zusammen (Fig. 4 *k*). Wie an den sechs vorhergehenden Schalen ist hier das Articulamentum nach vorn in Flügel ausgezogen und seitlich nur durch je eine Incisur eingekerbt. Keine der Incisuren reicht bis ans Tegmentum vor, und von den durch feine Bohrungen charakterisirten Nähten ist auf keiner Schale eine Spur vorhanden, nur die Kielbohrungen finden sich auch hier vor. Die trennende Rinne an der Peripherie des Tegmentums fehlt überall.

### Anordnung der Ästheten und Fasersträngе.

Wenn man mit Zuhilfenahme einer starken Lupe das Tegmentum der vordersten Schale bei Chiton siculus betrachtet, so erblickt man auf demselben hellere oder dunklere Pünktchen, und es ist gar nicht schwer, eine gesetzmäßige Vertheilung derselben herauszufinden. Bei genauerer Nachforschung erkennt man nämlich, dass sie in radialen und koncentrischen Reihen um die Schalenspitze angeordnet sind, und zwar sind je zwei benachbarte Reihen alternirend (die Pünktchen einer Reihe stehen den Zwischenräumen der anderen gegenüber), wodurch die Regelmäßigkeit in der Anordnung noch erhöht wird (Fig. 5). Auf den Seitenfeldern der sechs folgenden Schalen und dem Endtheile der achten sind die Pünktchen genau so gestellt wie auf einem entsprechenden Theile der vorderen Schale; auf dem gesammten Mittelfelde nehmen die Reihen die Richtung der Rippen an (Fig. 5 *rp*). Entkalkt man nun beispielsweise die vordere Schale von Chiton siculus und entfernt dann die dem Articulamentum entsprechende Schicht, um das Tegmentum für das Licht durchlässiger zu machen, so sieht man schon bei schwächerer Vergrößerung unter dem Mikroskope an Stelle der Pünktchen Gruppen von 12—20 stark lichtbrechender, chitiniger Ringe (Fig. 6 *mk*, *sk*). Diese sind aber nichts Anderes als die im optischen Durchschnitte gesehenen Kappen der Ästheten, deren regelmäßige Vertheilung zuerst von Marshall bemerkt worden ist. Jede dieser Ringgruppen setzt sich aus drei parallelen Zügen zusammen (Fig. 6); der mittlere Zug (*cz*) enthält nur drei bis vier solcher Ringe, die beiden seitlichen (*rz*, *lz*) aber je vier bis sechs. Außerdem ist meist noch ein vierter und fünfter Zug durch ein bis drei Ringe angedeutet. Stets hat der vordere, dem Schalenrande näher liegende Ring des centralen Zuges etwa den doppelten Durchmesser und ist stärker als die übrigen kleineren, aber unter sich gleich großen Ringe einer Gruppe. Fasst man nur diese großen Ringe ins Auge, so erkennt man, dass dieselben zu einander in regelrechte Quincunces gestellt sind. Ich glaube, dass sie als jene mit der Lupe sichtbaren Pünktchen auf dem Tegmentum erscheinen. Je zwei der alternirenden Reihen von Ringgruppen stehen so nahe bei einander, dass die rechten Seitenzüge einer Reihe mit den linken Seitenzügen der anstoßenden eine ziemlich geschlossene Linie von Ringen bilden (Fig. 6 *rz*, *lz*). Die Ringe der unvollständigen Seitenzüge füllen theilweise die zwischen den Hauptzügen bestehenden Lücken aus. Bei etwas tieferer Einstellung des Objektives werden Verbindungsstränge zwischen den Ringen einer Gruppe und einem darunter liegenden, spindelförmigen Körper sichtbar. Es sind dies die

vom Körper der Ästheten sich abzweigenden Mikrästheten (Fig. 6 *mi*). Unterhalb der Ästheten, an der Unterseite des Tegmentums, ziehen in horizontaler Richtung Gewebestränge dahin, welche Äste an die Ästheten abgeben; wegen ihrer faserigen Struktur wollen wir sie Faserstränge nennen. Diese kann man bis an die Verbindungsstelle des Tegmentums mit dem Gewebe des Mantelrandes verfolgen. An der ersten Schale verlaufen sie konvergent gegen die Spitze zu unterhalb der radialen Punktreihen. Eben so verhält es sich in den Seitenfeldern. In den Mittelfeldern beginnen die Faserstränge am Vorderrande und ziehen in der Richtung der Rippen nach hinten. Bezüglich der Lage der Ästheten aller Chitonen mag erwähnt werden, dass sie im Tegmentum nicht senkrecht zur Oberfläche aufsteigen, sondern etwas nach hinten geneigt sind; nur in der letzten Schale neigen sie sich von allen Seiten gegen die Mitte zusammen. Fig. 6 stellt ein Stück des Tegmentums aus der Gegend zwischen den Nähten der Seitenfelder oder ihrer Derivate dar. Daselbst lassen die Ringgruppen ein und derselben Reihe größere Lücken zwischen einander frei. Auf den Nähten und eben so im Bereiche der Mittelfelder schließen sie jedoch enger an einander, wodurch die Ringe hart neben einander zu liegen kommen und kaum eine größere Lücke zwischen ihnen frei bleibt. Bei Chiton laevis habe ich die geschilderten Verhältnisse nicht so genau untersuchen können, es ist aber anzunehmen, dass sie im Wesentlichen dieselben sein werden wie bei Ch. siculus, da beide Species einander sehr nahe stehen.

Bei Chiton Polii sind die mittleren Theile des Schalenhinterrandes durch Bohralgen in der Regel zerstört, und nur die Randtheile sind vollkommen intakt. Bringt man ein unversehrtes Stück des Tegmentums unter das Mikroskop, nachdem man es zuvor noch entkalkt hat, so sieht man die konvexe Oberfläche der Höcker mit einer Gruppe von Ringen besetzt, welche je einem Ästhete angehört. Die Chitinkappe, welche dem Scheitel des Ästhetes (dem »Megalästhete« Moseley's) aufsitzt, und welche man desshalb passend als Scheitelkappe bezeichnen kann, ist im Vergleiche zu den winzigen Kappen der Mikrästheten riesig groß (Fig. 7 *sk*). Von ihr als Mittelpunkt strahlen nach hinten und den Seiten die Züge der kleinen Kappen aus. Jeder Zug enthält zwei, drei oder vier Kappen (Fig. 7 *mk*). Der Verlauf der Faserstränge in den einzelnen Schalen entspricht ganz dem bei Chiton siculus.

Die Höcker des entkalkten Tegmentums von Acanthochiton fascicularis stellen sich unter dem Mikroskope als rundliche Scheiben dar, an deren Umfange bei hoher und tiefer Einstellung des Objektives eine scharfe Begrenzung hervortritt (Fig. 8 *th*). Wie man aus den Querschnittsbildern entnehmen kann, kommt dies dadurch zu Stande, dass

diese Höcker als gletschertischähnliche, ringsum ausgeschweifte Erhebungen der Tegmentalsubstanz aufragen (Fig. 16 *th*). Die Oberfläche dieser Höcker ist nicht konvex, wie es bei denen von Ch. Polii der Fall ist, sondern eben. Von Interesse ist die Art und Weise ihrer Bildung. Anfänglich entsteht im Gewebe des Mantelrandes, von dem das Tegmentum zur Absonderung gelangt, ein sehr schmaler, von Epithel ausgekleideter Spalt (Fig. 8 *sp*), der sich später hinten kreisartig erweitert. Die so gebildete runde Öffnung im Gewebe ist von einem Pfropfen heller Tegmentalsubstanz erfüllt, welcher den im Entstehen begriffenen Höcker darstellt. Indem nun dieser Pfropf an Größe stetig zunimmt und gleichsam gegen das Tegmentum immer weiter vorrückt, drängt er das Gewebe in Form zweier Wülste aus einander. Die beiden Wülste des Mantelgewebes (Fig. 8 *wt*, *wt*), welche den jungen Tegmentalhöcker durch Absonderung vergrößern, schmiegen sich ihm an und bedingen dadurch seine eigenthümliche, ausgeschweifte Form. In Folge des Wachsthums weicht das Mantelgewebe fortwährend zurück und scheidet dabei Tegmentalsubstanz aus. Durch die neu abgeschiedenen Partien des Tegmentums werden die fertigen Höcker vom Mantelgewebe mehr und mehr getrennt, die beiden Wülste geben die Berührung mit ihnen auf und erleiden eine völlige Rückbildung. — Ein Blick auf Fig. 8 giebt eine Vorstellung von der regelmäßigen Anordnung der Tegmentalhöcker; sie sind ebenfalls in alternirende Reihen gestellt. Auf ihrer Oberfläche ist in der Regel nur eine einzige chitinige Kappe bemerkbar, häufig jedoch auch zwei, seltener drei bis vier, welche alsdann entweder einem einzigen oder zwei besonderen Ästheten angehören. Wenn zwei oder mehrere Kappen von einem Ästhete getragen werden, so ragt auch hier eine durch ihre Größe unter den übrigen hervor (die Scheitelkappe). Im Bereiche des Kieles fehlen, wie erwähnt wurde, die Tegmentalhöcker. Die Ästheten sind hier bei Weitem größer und reicher an Chitinkappen als seitlich davon. — Unter den Tegmentalhöckern ziehen stärkere oder schwächere Faserstränge dahin, welche vom Mantelgewebe aus gegen die am Hinterrande gelegene Schalenspitze zustreben und Abzweigungen zu den einzelnen Ästheten entsenden (Fig. 8 *fs*).

### Bau der Ästheten und Faserstränge.

Die Darstellung des histologischen Baues der Ästheten, welche van Bemmelen in seiner »Proefschrift« gegeben hat, bestand bisher zu Recht, obgleich auch nach ihm noch diese Gebilde zum Gegenstand der Untersuchung gemacht wurden. Auf Grund meiner guten Präparate jedoch bin ich in der Lage, die Angaben van Bemmelen's in einigen (und

wie ich glaube) nicht unwichtigen Punkten richtig zu stellen und zu ergänzen. Anfangs, als ich mich mit diesen merkwürdigen Gebilden beschäftigte, standen mir nur Präparate von Ch. siculus zur Verfügung, und trotzdem dieselben eine sehr gute histologische Erhaltung aufwiesen, so hätte ich kaum einen nennenswerthen Fortschritt zu verzeichnen gehabt, wenn mir nicht durch gütige Vermittelung des Herrn Professor Hatschek Gelegenheit geboten worden wäre, unter anderen Arten auch Chiton Polii auf die Ästheten zu untersuchen, über deren Aufbau ich an einigen besonders günstigen Stellen leicht Klarheit erlangen konnte. Bei meinem Materiale brachte ich zwei Härtungsmethoden in Anwendung; ich härtete in einer gesättigten Lösung von Pikrinsäuresublimat und in Chromosmiumessigsäure [1], doch ist das erstere Härtungsmittel für diese Zwecke dem zweiten entschieden vorzuziehen, weil es den plasmatischen Inhalt der drüsenähnlichen Zellen nicht so zerstört. Das Entkalken der Objekte wurde in einer Mischung von einem Raumtheile koncentrirter Salpetersäure auf 99 Raumtheile 70%igen Alkohol vorgenommen; gefärbt wurden sie in Boraxkarmin. Zum großen Theile habe ich die Untersuchung an Querschnitten durchgeführt, doch auch Längsschnitte haben mir über Vieles Aufschluss gegeben. Alle Zeichnungen sind mit der Camera lucida entworfen worden.

Die Ästheten sind für das Tegmentum charakteristisch, da sie auf dasselbe beschränkt sind, wie auch schon Moseley betont hat. Sie besitzen eine keulenförmige oder mehr cylindrische Gestalt (Fig. 9 ff.). Ihr unteres Ende verjüngt sich und geht in den Faserstrang über. Am oberen Ende tragen sie einen einfachen bis mehrfachen Kranz dünner Abzweigungen, die Mikrästheten nach Moseley, welche an der Oberfläche des Tegmentums mit einer von chitinigen Käppchen umhüllten Anschwellung endigen. Den Scheitel des Ästhetes, das Megalästhet Moseley's, krönt eine durch ihre Größe ausgezeichnete, tief becherförmige Chitinkappe, die Scheitelkappe, wie wir sie schon früher bezeichnet haben, in deren Substanz ich eine von Moseley zuerst beobachtete Schichtung parallel zur sanft gewölbten Oberfläche wahrgenommen habe. An den dünnen Kappen der Mikrästheten habe ich eine solche Schichtung nicht sehen können. Die koncentrischen Ringe, welche namentlich die Scheitelkappe bei der Ansicht von oben zeigt, möchte ich nicht, wie dies Moseley gethan hat, als eine Struktur, sondern vielmehr als eine Lichtbrechungserscheinung auffassen. Der Körper der Ästheten wird von großen, meist zweischichtig über einander

[1] Zusammensetzung: Chromsäure 2%, Osmiumsäure 1%, Essigsäure 1%, 96% Aq. dest.

gelagerten, sack- oder keulenförmigen Zellen dicht erfüllt, welche sich scharf von einander abgrenzen (Fig. 9 *dz*). Sie besitzen ganz das Aussehen von Drüsenzellen, da ihr meist etwas plattgedrückter Zellkern stets grundständig ist, und der reichliche Inhalt eine bald feinere, bald gröbere, stark glänzende Körnelung darstellt. Mitunter ist der Inhalt dieser drüsenähnlichen Zellen auch homogen und nur durch einzelne Spalten in unregelmäßige Stücke zerklüftet (vgl. Fig. 10 und 12 *dz*).

Das Plasma der drüsenähnlichen Zellen in jungen Ästheten färbt sich beträchtlich mit Karmin, in älteren hingegen nur schwach oder gar nicht und zeigt dann einen Stich ins Gelbliche. In Folge der verschiedenartigen Beschaffenheit ihres plasmatischen Inhaltes grenzen sich die eng an einander liegenden Zellen um so schärfer von einander ab. Die drüsenähnlichen Zellen hat VAN BEMMELEN nicht als wirkliche Zellen erkannt, sondern hielt sie nur für die oberen Enden der die »Tegmentpapillen« erfüllenden »Fäden« (»de boveneinden der draden«), ihre grundständigen Zellkerne hat er nicht gesehen und hat den aus glänzenden Körnchen bestehenden plasmatischen Inhalt derselben als Pigmentkörner (»Pigmentkorrels«) bezeichnet. Die Mikrästheten enthalten eine nicht allzu reichliche Menge fein granulirten Plasmas. Die an ihrer Abzweigungsstelle konstant vorkommenden Zellkerne sind sowohl von VAN BEMMELEN als auch von MOSELEY übersehen worden. Sie zeigen eine deutliche Kernstruktur, färben sich gut in Karmin und haben eine runde oder längliche Gestalt (Fig. 9 ff. *mz*). Eingezwängt zwischen die drüsenähnlichen Zellen bemerkt man eine Anzahl schmaler, langer Kerne, welche sich sehr stark färben (Fig. 9 ff. *fk*). Sie gehören zarten, scharf kontourirten, aber nicht stark lichtbrechenden Fasern an, welche aus den Fasersträngen in den Körper des Ästhetes übertreten; an besonders günstigen Stellen konnte ich sie bei Chiton Polii zwischen den drüsenähnlichen Zellen bis an die Scheitelkappe hinauf verfolgen, und einige seitlich bis zum Ursprunge der Mikrästheten. Nirgends habe ich gefunden, dass sich die hellen Fasern an den Grund der drüsenähnlichen Zellen angesetzt hätten. In das Innere der Mikrästheten dringen sie nicht ein, sondern endigen am Ursprunge derselben mit den erwähnten Kernen (Fig. 9 *f*). Diese hellen Fasern sind nicht identisch mit den »draden« VAN BEMMELEN'S. An dem etwas verdickten Grunde des Ästhetenkörpers bemerkte dieser Forscher schon eine Gruppe länglicher Zellkerne. Sie sind von etwas Plasma umgeben und scheinen zu den aufsteigenden Fasern in Beziehung zu stehen; doch sind sie nicht ausnahmslos bei allen Chitonspecies vorhanden, da ich sie in den Ästheten von Ch. Polii nie bemerkt habe (Fig. 10, 11, 12 *zg*).

Wenn auch die Ästheten der verschiedenen Chitonen der Hauptsache nach denselben Bau aufweisen, so zeigen sie dennoch in manchen Einzelheiten nicht unwesentliche Abweichungen von einander. Bei Chiton Polii und einer Species von Faro bei Messina, welche mit ersterem sehr nahe verwandt ist und kaum als eine gute Varietät desselben bezeichnet werden kann, ist der Körper des Ästhetes keulenförmig und trägt eine große Zahl von Mikrästheten (etliche 20 bis 30) mit winzigen Kappen. Der Durchmesser der Scheitelkappe beträgt etwa das Fünf- bis Mehrfache von diesen (Fig. 9 *sk*). Des Fehlens der Zellkerngruppe am Grunde der Organe wurde bereits gedacht. Chiton siculus hat mit Ch. laevis und Acanthochiton fasc. das gemein, dass der Körper des Ästhetes mehr oder weniger cylindrisch gestaltet ist und der Durchmesser der massigeren Scheitelkappe höchstens das Doppelte von dem der kleineren Chitinkappen beträgt (Fig. 10, 11 *sk*). Ferner besitzen bei ihnen die Mikrästheten diese Eigenthümlichkeit, dass sie eine knieförmige Biegung aufweisen, welche dadurch zu Stande kommt, dass sie in schiefer Richtung vom Megalästhet sich abzweigen und dann plötzlich senkrecht zur Oberfläche des Tegmentums aufstreben (Fig. 10, 11, 8 *mi*). Die Mikrästheten von Ch. siculus und Acanthochiton entspringen alle gesondert, während bei Ch. laevis vom Megalästhet neben einzelnen Mikrästheten auch stärkere Äste ausgehen, welche in einzelne Mikrästheten sich erst auflösen (Fig. 11 *ha*).

Von Acanthochiton sind zwei Formen des Ästhetenkörpers namhaft zu machen. Die Ästheten des Kieles tragen eine größere Anzahl von Mikrästheten, die der übrigen Schalentheile und der gesammten vorderen Schale sind in der Regel unverzweigt und besitzen bloß eine Scheitelkappe (Fig. 8). Bei einer großen Chitonellusspecies aus der Algoabai, welche Dr. Holub gesammelt hat, und von welcher mir Herr Professor Hatschek aus der Sammlung des Institutes ein Exemplar zur Anfertigung von Präparaten gütigst überließ, fand ich das Ästhet stets nur von der Scheitelkappe bedeckt (Fig. 12 *sk*), im Übrigen war es dem von Ch. siculus sehr ähnlich gebaut. Moseley erwähnt, dass bei Corephium aculeatum einzelne Faserstränge direkt bis zur Oberfläche des Tegmentums aufsteigen, ohne vorher den Körper eines Ästhetes zu bilden, und dass ihre Abzweigungen mit Chitinkappen abschließen. Etwas Ähnliches habe ich bei Ch. laevis an den mittleren Schalen im Bereiche der hinteren Nähte bemerkt. Ein aus dem Gewebe unterhalb des Articulamentums entspringender dünner Faserstrang, welcher eine helle Faser umschloss, bildete oben eine geringe, von gekörneltem Plasma erfüllte Anschwellung, welche keine drüsenähnliche Zelle enthielt, und von welcher meist vier Mikrästheten ausgingen, an deren

Grunde je ein Zellkern lag. Bei Acanthochiton waren ferner nicht selten Faserstränge sichtbar, welche, ohne irgend eine Anschwellung zu formiren, auf der Fläche eines Tegmentalhöckers mit einer kleinen Kappe endigten (Fig. 8 *mi'*). Ausnahmsweise sah ich bei dieser Species in der Region des Kieles einmal auch ein Ästhet, dessen Körper sich gabelte und mit zwei Scheitelkappen neben den kleineren Chitinkappen ausgestattet war.

Den Bau der Faserstränge hat schon Moseley richtig erkannt. Sie bestehen aus einem Bündel heller Fasern und spärlichem, granulirtem Plasma. Hin und wieder enthalten sie Zellkerne, von denen ich ausdrücklich hervorheben muss, dass sie nicht im Inneren derselben gelegen sind, sondern stets der Wandung angepresst liegen, welche das Faserbündel umhüllt (Fig. 9 ff. *k'*). Am Rande der Faserstränge, wo die Zellkerne im Profile gesehen werden, erscheinen sie schmal und lang, während sie sonst eine ovale Form besitzen, eine deutliche Kernstruktur haben und sich mit Karmin nur wenig färben (Fig. 14 *fs*). Kerne von derselben Natur finden sich auch an der Wandung des Ästhetenkörpers (Fig. 10, 12 *k*).

In der Gegend des Kieles und vielfach auch in den Nähten sind die Faserstränge schwach und unverzweigt (Fig. 17 *fs*). Sie durchsetzen in schiefer Richtung das Articulamentum und gehen dann im Bereiche des Tegmentums direkt in den Körper je eines Ästhetes über (Fig. 18 *k*). In den Nahtlinien kommen jedoch auch sehr starke Faserstränge vor, welche in ihrem Verlaufe sich gabeln, und deren Zweige zwischen den beiden Schalenschichten hinziehen und eine große Anzahl von Ästheten versorgen. Die meisten Faserstränge jedoch treten seitlich in die Schalen ein, indem sie aus jenem Theile des Mantelgewebes ihren Ursprung nehmen, welcher die Rinne am Rande der Schale zwischen Articulamentum und Tegmentum ausfüllt.

### Die Entwicklung der Ästheten und Faserstränge.

Die Bildung der Ästheten, welcher bisher keine Beachtung geschenkt worden ist, erfolgt an einer aufgestauchten Falte des Mantelgewebes von dreieckigem Querschnitte, welche bei allen Chitonen an den vorderen sieben Schalen rings am Rande mit Ausnahme des Hinterrandes verläuft; nur an der VIII. Schale ist sie auch hier vorhanden. Wir wollen sie mit dem Namen »ästhetenbildende Mantelkante« bezeichnen (Fig. 13 ff. *äk*). Sie ist genau so hoch als das Tegmentum mächtig ist. Dieser Umstand findet seine Erklärung darin, dass das Epithel der Mantelkante, welches ans Tegmentum grenzt, die alleinige Matrix für dasselbe abgiebt. Ihre zweite nach auswärts gekehrte Epithelfläche

scheidet gewöhnliche Cuticularsubstanz ab. Das Epithel der Mantelkante besteht aus Cylinderzellen, welche gegen die Spitze zu allmählich höher werden und durch Intercellularräume von einander getrennt sind (Fig. 14 *e*). Ihr Plasma färbt sich stark mit Karmin, eben so ihre länglichen Kerne. Unterhalb der ununterbrochen dahinziehenden aufrechten Mantelkante findet man zu ihr in vertikaler Stellung noch einen Vorsprung des Mantelgewebes, welcher sich gesimsartig am Schalensaume zwischen Articulamentum und Tegmentum einkeilt. Dieser gesimsartige Mantelvorsprung erlangt eine mächtige Ausbildung bei Ch. siculus und laevis (Fig. 15 *v*), eine weit schwächere bei Ch. Polii (Fig. 14 *v*), bei Acanthochiton fehlt er gänzlich (Fig. 16). Er füllt am Rande der Schalen die zwischen ihren beiden Schichten bestehende Grenzrinne aus, deren wir bei Beschreibung der Schalen bereits Erwähnung gethan haben. Am Kiele und an den Incisuren, wo die Grenzrinne fehlt, ist auch er nicht vorhanden (Fig. 17). Sowohl die Mantelkante wie insbesondere der gesimsartige Vorsprung sind reichlich von blutgefäßartigen Hohlräumen durchzogen (Fig. 13 ff. *bl*).

Bei allen von mir untersuchten Chitonen vollzieht sich die Entwicklung der Ästheten der Hauptsache nach in ein und derselben Weise. Wir können daher die Ästhetenbildung an einem Beispiele durchgehen, wozu Ch. Polii am besten geeignet ist, da hier der ganze Vorgang wegen der Größe des Ästhetenkörpers leichter verfolgt werden kann. Die allerfrühesten Entwicklungsstadien werden auf dem Gipfel der Mantelkante angelegt, und zwar entstehen hier erst einige Mikrästheten, ehe das von der massigen Scheitelkappe bedeckte Megalästhet sich bildet. Die zuerst auftretenden Mikrästheten stellen sich dar als Fortsätze je einer Zelle mit gekörneltem Plasma, deren rundlicher Zellkern über denen des Cylinderepithels gelegen ist (Fig. 14 *mi'*). Ihre Käppchen brechen Anfangs das Licht nur schwach. Zur Bildung des Körpers der Ästheten trägt eine bedeutende Anzahl von Epithelzellen bei, welche eine Art Zellwucherung formiren (Fig. 13). Während aber die Zellen am Rande der Ästhetenanlage sich nur bedeutend in die Länge strecken, erleiden die central gelegenen eine erheblichere Veränderung. Ihr Plasma wird zu einer sich nur sehr wenig färbenden Granulation umgewandelt, schon ähnlich derjenigen in den drüsenähnlichen Zellen der vollständig ausgebildeten Ästheten, aber noch ohne ausgesprochene Zellgrenzen (Fig. 13 *dz*). Ihre Zellkerne nehmen eine rundliche Form an, und das Chromatingerüst derselben wird deutlich sichtbar. Auf dem Gipfel dieser Zellwucherung ruht eine in ihrer Art einzige, riesige Zelle (*bz*) mit sehr intensiv gefärbtem großem kugelförmigem Zellkerne (Fig. 13 *bk*). Dieser liegt am Grunde dersel-

ben, von einem hellen Hofe rings umgeben. Der Zellleib wird nach oben hin lichter und haftet der noch unvollkommenen Scheitelkappe an, welche schon in diesem Zustande eine Schichtung ihrer Substanz erkennen lässt. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass die riesige Zelle als Bildungszelle der Scheitelkappe zu betrachten ist. Eine helle Faser, ähnlich denen in den fertigen Ästheten, reichte vom Grunde der Ästhetenanlage bis an die Bildungszelle hinauf und schien sich mit ihr zu verbinden (Fig. 13 *f*).

Ältere Entwicklungsstadien der Ästheten findet man tegmentalwärts an der Mantelkante, und zwar sind dieselben um so mehr in das Tegmentum vorgeschoben, je älter sie sind. Zwei solcher Stadien sind in Fig. 14 zur Veranschaulichung gebracht worden. Der Körper des höher gelegenen jungen Ästhetes ist bereits eine ziemliche Strecke an der Mantelkante herabgewandert und hat sich bedeutend in die Länge gestreckt. Die Differenzirung der Zellen in seinem Inneren ist auch schon etwas weiter vorgeschritten als in dem jüngeren Stadium in Fig. 13. Die Zellkerne im oberen Theile sind schmal und lang, sie gehören der Mehrzahl der hellen Fasern an, welche vom Fuße des Ästhetes aufsteigen, ein Theil davon liegt an der Austrittsstelle der Mikrästheten (Fig. 14 *k*). Unterhalb derselben sind ovale Kerne mit deutlicher Kernstruktur sichtbar, um welche herum das granulirte Plasma sich schon schärfer gruppirt, so dass die Zellgrenzen ziemlich deutlich wahrnehmbar werden. Es sind dies jene Zellen, aus welchen die drüsenähnlichen Zellen hervorgehen. Die Scheitelkappe ist in diesem Stadium schon völlig ausgebildet, und ihre große Bildungszelle steht im Begriffe, zwischen den anderen Zellen hindurch nach dem Fuße des Ästhetes hinabzuwandern. Ihr Kern hat die schöne Kugelgestalt verloren und eine unregelmäßige Form angenommen. Die Wandung der Ästhetenbasis wird von lang ausgezogenen Epithelzellen geliefert (Fig. 14 *e'*). Diese gelangen nicht mehr in das Innere des Ästhetes, sondern bilden mit immer neu aufgenommenen Epithelzellen nur mehr eine Art Hülle um die hellen Fasern, mit denen zusammen sie also den Faserstrang darstellen. Das zweite Bildungsstadium des Ästhetes (auf Fig. 14), welches unterhalb des soeben beschriebenen sich befindet, gleicht in seinem Baue schon völlig einem alten Ästhete. Die drüsenähnlichen Zellen haben ihre charakteristische Form angenommen und schließen die schmalen Kerne der hellen Fasern zwischen sich ein. Die Bildungszelle der Scheitelkappe ist bis auf den Grund des Ästhetes herabgelangt, ihre Plasmamenge ist stark reducirt, und der Zellkern in ein größeres und ein kleineres Stück zerfallen. In anderen gleichwerthigen Stadien war der Kern der Bildungszelle der Scheitelkappe in zwei gleich große

Bruchstücke oder in drei von verschiedener Größe aufgelöst, welche aber stets am Fuße des Ästhetes gelegen waren. Der Faserstrang des zweiten Ästhetes auf Fig. 14 ist bereits zu einer ziemlichen Länge herangewachsen. An noch älteren Ästheten als dem soeben besprochenen tritt kaum noch eine merkliche Veränderung auf, nur der Faserstrang gewinnt noch stetig an Ausdehnung, wird aber dabei dünner, und der Rest der Bildungszelle von der Scheitelkappe kommt gänzlich zum Schwunde.

Die Anlage und Entwicklung der Ästheten bei Chiton laevis, Ch. siculus und Acanthochiton zeigt eine große Übereinstimmung mit der von Ch. Polii. Auch hier wird die Scheitelkappe von einer besonderen Bildungszelle abgeschieden (Fig. 15 und 16 *bs*). In einem Bildungsstadium bei Ch. laevis, welches genau dem auf Fig. 13 von Ch. Polii dargestellten entsprach, sah ich auch jene helle Faser wieder zur Bildungszelle aufsteigen. Die Kerne der Bildungszellen der Scheitelkappen von den genannten Arten besitzen ebenfalls eine runde Form, färben sich außerordentlich intensiv mit Karmin und liegen am unteren Ende der Bildungszelle, sind aber bedeutend kleiner als bei Ch. Polii (da auch ihre Scheitelkappen kleiner sind), und nur von der Größe der rundlichen Zellkerne, welche an der Austrittsstelle der Mikrästheten sichtbar sind (Fig. 15 *bk*). In späteren Stadien färben sie sich weniger stark und sind daher von jenen Zellkernen weniger leicht aus einander zu halten. Bei mittleren Entwicklungsstadien der Ästheten schien der Kern jener Bildungszelle noch seine ursprüngliche hohe Lage einzunehmen, so dass ich nicht anzugeben vermag, ob er wie bei Ch. Polii eine Wanderung nach der Basis des Ästhetes unternimmt oder an Ort und Stelle resorbirt wird (Fig. 15 *bk*). Die Differenzirung der drüsenähnlichen Zellen und der dazwischen liegenden Faserzellen, welch letztere ihre Verbindung mit dem Mantelgewebe nie aufgeben, erfolgt bei dieser Gruppe von Chitonen in einer analogen Weise wie bei Ch. Polii.

In den Präparaten von der Chitonellusspecies habe ich kein Bildungsstadium eines Ästhetes von genügender Deutlichkeit ausfindig machen können.

Außer am Kiele und den Einkerbungen kommt am Schalenrande zur ästhetenbildenden Mantelkante der gesimsartige Vorsprung noch hinzu (Fig. 19 *äk*, *v*). Während des Wachsthums der Schalen rücken die Ästheten gleichsam immer weiter in das Tegmentum hinein, in Wirklichkeit jedoch verlassen sie ihren Ort nicht, sondern das Mantelgewebe weicht zurück und vergrößert dabei die Schale durch Abscheidung der zur Schalenbildung erforderlichen Substanzen. In Folge dessen verlegen

die Faserstränge der jungen Ästheten ihren Ursprung allmählich von der Mantelkante auf die Fläche des gesimsartigen Vorsprunges, und schließlich bis auf dessen Schneide (Fig. 14 *fs*). Sind sie einmal hier angelangt, so können sie nicht mehr weiter vorrücken, sie werden stationär und spinnen sich durch fortwährende Aufnahme neuer Epithelzellen zu einer bedeutenden Länge aus, indem ihr Wachsthum sowie das der hellen Fasern in ihrem Inneren mit dem Wachsthum der Schalen gleichen Schritt hält. Der jeweilig durch Längenzuwachs gewonnene Theil der Faserstränge wird vom neugebildeten Articulamentum und Tegmentum zwischen sich gefasst und erhält auf diese Weise seine charakteristische horizontale Lage in der Berührungsfläche der beiden Schalenschichten. Wenn man erwägt, dass die Ästheten periodisch in regelmäßigen Reihen hinter einander entstehen, so ist leicht einzusehen, dass auf der Schneide des Mantelvorsprunges nach und nach die Ursprungsstellen vieler Faserstränge auf einander fallen und mit einander verschmelzen werden. So erklärt sich die oftmals beträchtliche Stärke der horizontal verlaufenden Faserstränge, welche aufrechte Zweige an die einzelnen Ästheten einer Reihe abgeben.

In der Gegend des Kieles und der Incisuren, wo der gesimsartige Mantelvorsprung fehlt, gerathen die Faserstränge in das Articulamentum hinein, indem ihre Ursprungsstelle von der Mantelkante allmählich auf die Epithelsohle des Articulamentums hinabgelangt (Fig. 17 *fs*, Fig. 18 *k*). Diese Faserstränge treten in jene schlitzartigen feinen Bohrungen ein, welche auf der Schalenunterseite im Kiele und an den Nähten sichtbar sind (Fig. 3 *n*).

Im entkalkten Zustande unterscheidet sich das Articulamentum durch die Schichtung seiner stark geschrumpften Substanz auf den ersten Blick vom ungeschichteten, homogenen Tegmentum, welches der Schrumpfung nur in sehr geringem Grade unterliegt. Nur die jüngsten Partien des Articulamentums, welche sehr reich sind an organischen Stoffen, schrumpfen nicht und lassen die Schichtung nicht hervortreten, wodurch sie dem Tegmentum sehr ähnlich sehen (Fig. 15 *a*). An den etwas geschrumpften Stellen der letzteren Schicht hebt sich der oberste Theil häufig in Form eines zarten Häutchens ab (die Epidermis nach Marshall, das Periostracum nach van Bemmelen), welches zwischen den Chitinkappen der Ästheten ausgespannt ist (Fig. 15 *per*). Als eine Eigenheit von Ch. Polii und seinem nahen Verwandten von Faro ist zu erwähnen, dass das junge Tegmentum durch einen sattgelben Ton ausgezeichnet ist, welcher bei zunehmendem Alter der Schalentheile sich wieder verliert. Er scheint die braune Färbung des Tegmentums zu bedingen (Fig. 13 und 14).

### Das Wachsthum der Schalen.

Das Wachsthum der Schalen wird bedingt durch die Abscheidung von Kalksalzen und organischer Substanz von Seiten des Mantelepithels. Es kann demnach nur an jenen Stellen der Schalen von einer Größenzunahme die Rede sein, wo sie an das Epithel grenzen. Die achte Schale ist rings von Mantelgewebe eingefasst, wächst also an ihrer ganzen Peripherie, den übrigen sieben Schalen aber fehlt die Epithelbegrenzung am Hinterrande, wesshalb sie bloß an den Vorder- und Seitenrändern an Ausbreitung gewinnen können. Die Wachsthumszone für das Tegmentum ist an der ästhetenbildenden Mantelkante gelegen und charakterisirt sich durch eingeschlossene Bildungsstadien der Ästheten. Durch den gesimsartigen Mantelvorsprung ist sie von der Wachsthumszone des Articulamentums getrennt, außer im Bereiche des Kieles und der Nähte (resp. Incisuren), wo sie beide unmittelbar über einander zu liegen kommen. Während jedoch dem Tegmentum lediglich ein Flächenwachsthum eigen ist, besitzt das Articulamentum überdies noch ein Dickenwachsthum; denn auch seine Unterseite ruht dem Mantelepithele auf. Daher findet man, dass die Schalen ausgewachsener Chitonen viel dicker sind als die von jungen Thieren. Bei ganz jugendlichen Thieren mögen beide Schalenschichten ungefähr von gleicher Dicke sein, allmählich aber nimmt das Articulamentum an Mächtigkeit zu, bis es schließlich das Tegmentum bedeutend übertrifft, so dass dieses alsdann nur eine dem Articulamentum aufgelagerte dünne Decke darstellt. Auf welche Weise die Ästheten und ihre Faserstränge in die Schale hineingerathen, darauf wurde gelegentlich hingewiesen, als von deren Entwicklung die Rede war.

### Die Natur der Ästheten und Faserstränge.

Als Moseley im Tegmentum tropischer Chitoniden jene eigenthümlich modificirten Ästheten entdeckte, deren Bau in vielen Einzelheiten auf ein hoch entwickeltes Auge schließen ließ, trug er kein Bedenken mehr, auch den gewöhnlichen, weit einfacher gebauten Ästheten einen sensiblen Charakter zuzuschreiben, und vermuthete in ihnen — was am nächsten lag — eine Art Tastorgane, zumal dieser Familie der Mollusken die Tentakel fehlen. Die zu den Augen sowohl wie zu den gewöhnlichen Ästheten hinführenden Faserstränge hielt er für Nerven und glaubte, dass der fibrilläre Inhalt derselben aus Nervenfasern bestehe. Allerdings war er nicht im Stande, ihren direkten Zusammenhang mit dem Kiemeneingeweidenervenstrange nachzuweisen, meinte aber, dass sie wohl als Zweige jener Nervenäste zu betrachten

seien, welche B. Haller seitlich von den Kiemeneingeweidenervensträngen ausgehen sah und bis unter die Schalen hin verfolgen konnte. Auf den Querschnitten durch Chiton siculus nun habe ich eine Stelle aufgefunden, an welcher ein starker Nerv sich von dem genannten Hauptnerven abzweigte und auf ein und demselben Schnitte fast ohne Unterbrechung seitlich bis unter die Schale in die Region einer Naht heranreichte, wo einige der starken Faserstränge das Articulamentum durchsetzten. Es hatte den Anschein, als ob ein Theil der Nervenfasern direkt in einen starken Faserstrang eintrete und dessen Inhalt bilde, während der Rest der Nervenfasern dicht unter dem Epithele hinzog und die unteren Theile der benachbarten abgeschnittenen Faserstränge versorgte. Dieses Verhalten lässt eine doppelte Auslegung zu: entweder treten wirklich die Nervenfasern in die Faserstränge unmittelbar über und bilden deren Inhalt, alsdann wären diese eigentlich als Nervenstränge zu bezeichnen, oder die hellen Fasern der Faserstränge sind nur sehr lang ausgezogene Sinneszellen, welche von Nervenästen versorgt werden, und deren Kerne zwischen den drüsenähnlichen Zellen innerhalb der Ästheten gelegen sind. Die letztere Deutungsweise hat vielleicht noch mehr für sich als die erstere, wenn man bedenkt, dass beispielsweise auch bei den Actinien die Sinneszellen eine den hellen Fasern entsprechende lange dünne Form besitzen. An Stellen, wo keine Naht vom Schnitte getroffen war, bemerkte ich ferner bei Chiton laevis wiederholt, dass starke Nerven vom Hauptstamme in gleichbleibender Stärke bis in die Gegend des äußeren, unteren Randes des Articulamentums sich erstreckten, wo sie sich in einzelne Fasern und Faserbündel auflösten, die ich in ihrem weiteren Verlaufe unmöglich von dem umgebenden Gewebe, von Muskeln und Bindegewebe aus einander zu halten vermochte. Man darf aber auch hier mit Recht annehmen, dass ein Theil dieser Nervenfasern zu der ästhetenbildenden Mantelkante und dem gesimsartigen Vorsprunge hinzieht, um die jungen Ästheten sowohl wie die alten, beziehungsweise ihre Faserstränge zu innerviren. Die jungen Ästheten der Mantelkante und alle Faserstränge sind mit ihrem Grunde in das Mantelgewebe eingepflanzt, gehen jedoch nicht in dasselbe über, sondern sind von ihm scharf abgesetzt. Die in ihnen enthaltenen, nie allzu zahlreichen hellen Fasern reichen stets bis auf den Grund herab, ihren Übertritt ins Mantelgewebe konnte ich aber nirgends mit unzweifelhafter Sicherheit konstatiren. Dies scheint mir auch dafür zu sprechen, dass die hellen Fasern nur die langgestreckten unteren Enden der vom Epithele des Mantels abstammenden Sinneszellen sind, welche eine äußere, vom selben Epithele gelieferte zellige Umhüllung erhalten haben. Die

Fasersträngе mögen auch wohl die Nährflüssigkeit für die Ästheten zuleiten, da an ihrer Austrittsstelle aus dem Mantelgewebe (in der ästhetenbildenden Mantelkante, dem gesimsartigen Vorsprunge und im Bereiche der Nähte) stets größere Bluträume (*bl*) angetroffen werden und zwischen den einzelnen hellen Fasern stets eine geringe Menge feinen granulirten Plasmas sichtbar ist.

Da die Ästheten im Tegmentum sehr zahlreich vorhanden sind und so starke Nerven zu ihnen hinleiten, und da namentlich ihre Scheitelkappen eine so exponirte Lage einnehmen, so dürfte ihnen ohne Zweifel eine hohe sensitive Funktion eigen sein. Moseley erblickt in den Ästheten, wie oben erwähnt wurde, Tastorgane, eine Ansicht, welche mir der Wirklichkeit am nächsten zu kommen scheint, und welcher ich mich desshalb anschließe. Die Prüfung der lebenden Thiere auf Tastempfindungen ist wegen der Langsamkeit in ihren Bewegungen sehr misslich und hat mich zu keinem Resultate geführt. Genauere Versuche darüber wären noch anzustellen. Namentlich aber wäre es erwünscht, dass an gut konservirten augentragenden Chitoniden der histologische Bau der Augen erforscht würde, welcher sicherlich noch weit komplicirter ist, als ihn Moseley bei dem unvollkommenen Erhaltungszustande seiner Präparate hat finden können. Es scheint mir nicht annehmbar zu sein, dass, wie Moseley meint, die Chitinkappen hervorgestoßen werden können, da die hierzu erforderlichen Muskeln in den Ästheten vermisst werden und das im intakten Zustande die Chitinkappen innig umschließende Tegmentum keine Bewegung derselben über die Grenzen seiner Elasticität zulässt.

Eine Zeit lang erschien es mir wahrscheinlich, dass man es in den Ästheten mit Leuchtorganen zu thun habe, in welchen bekanntlich Drüsenzellen eine große Rolle spielen, und welche ebenfalls eine augenähnliche Einrichtung annehmen können. Herr Dr. Graeffe, Inspektor an der zoologischen Station zu Triest, war so freundlich, auf mein Ansuchen die dort vorkommenden Chitonspecies auf ihre Leuchtkraft zu prüfen, doch haben seine Versuche ein negatives Resultat ergeben.

Bei Chiton Polii sind die Schalen stets von zahlreichen Algen bedeckt und durchbohrt, welche die Ästheten zerstören und die Schalen brüchig machen, so dass dieselben leicht abgenutzt werden. Nur in den jüngst gebildeten Schalentheilen kann man daher unversehrte und für die mikroskopische Untersuchung geeignete Ästheten ausfindig machen. Da also hier verhältnismäßig nur wenige intakte Ästheten vorhanden sind, so würden diese Chitonen anderen gegenüber, welche weniger von Algen zu leiden haben (wie beispielsweise Ch. siculus

und Ch. laevis), was Tastempfindungen anbelangt, sehr im Nachtheile sein.

## II. Das Integument des Mantelrandes.

### Der Mantelrand.

Wenn man mit Hilfe einer stärkeren Lupe den Mantelrand der Chitonen von der Rückenseite betrachtet, so offenbart sich je nach der Species ein verschiedenartiges Verhalten desselben. Bei Chiton Polii erscheint er dicht übersäet mit kleinen, runden Körnern, welche etwa die Größe der Tegmentalhöcker besitzen. Es sind dies die Stacheln. Ähnlich war es bei jener Chitonellusart der Fall. Auf dem Mantelrande von Acanthochiton fasc. fallen zunächst Büschel von langen, nadelförmigen Stacheln auf, deren man im Ganzen 18 zählt (Fig. 1 *a*, *sb*). Nämlich zwischen je zwei auf einander folgenden Schalen steht beiderseits immer ein Büschel und außerdem vier vor der ersten Schale. Rings am äußersten Rande des Mantels, welchen wir bei allen Chitonen als Mantelsaum bezeichnen wollen, strahlen ebenfalls sehr lange, nadelförmige Stacheln aus (Fig. 1 *a*, *ss*). Im Übrigen sind nur noch sehr spärliche, einzeln stehende Stacheln auf dem breiten Mantelrande sichtbar. Chiton siculus und laevis zeigen in Bezug auf den Mantelrand eine große Ähnlichkeit mit einander. Er trägt nämlich schuppenartig gestaltete Stacheln mit rautenförmiger Basis von verhältnismäßig beträchtlicher Größe, welche nach zwei verschiedenen Richtungen zu parallelen Reihen geordnet sind und gegen den Mantelsaum hin allmählich kleiner werden (Fig. 1). Am Mantelsaume stehen lange, aber sehr dünne und meist etwas geschlängelte borstenähnliche Stacheln, zwischen denen sich sehr dicht gestellte kürzere und zugleich stärkere Stacheln bemerkbar machen (Fig. 1 *ss*).

Wenn man von den verschiedenen Chitonspecies Querschnitte anfertigt, so stellen diese in ihren Umrissen Kreissegmente dar. Die Mantelränder erscheinen alsdann in Gestalt von Dreiecken, indem die horizontale Bauchfläche und die schräg abfallende Rückenseite in einer scharfen Kante, dem Mantelsaume, an einander stoßen. Der Mantelrand enthält eben so wie der Fuß bedeutende Muskelmassen, welche den Thieren das feste Anpressen an die Unterlage ermöglichen. Er ist jedoch nicht bei allen Chitonen gleich mächtig entwickelt. Bei Ch. siculus und laevis ist er sehr flach (Fig. 20 *mr*), bei Ch. Polii ist er schon ziemlich gewölbt (Fig. 19 *mr*), bei Acanthochiton fasc. besitzt er bereits eine beträchtliche Ausdehnung (Fig. 18 *mr*); bei jener Art von Chitonellus endlich ist er so massig angelegt, dass er die Leibeshöhle an Größe außerordentlich übertrifft und zu beiden Seiten von ihr einen halb-

kreisförmigen Querschnitt zeigt (Fig. 21 *m*). Der Mantelsaum (*ms*) bildet desshalb auch hier keine so scharfe Kante mehr als bei den echten Chitonen; der Fuß hingegen ist sehr stark rückgebildet und liegt in einer an der Bauchseite des Thieres befindlichen Längsfurche (Fig. 21 *p*).

Dort wo die Bauchfläche des Mantelrandes an die Kiemenhöhle grenzt, verläuft bei den echten Chitonen stets ein mehr oder minder hervortretender Gewebswulst (Fig. 18, 19, 20 *w*), welcher in der Gegend der letzten Kieme stark anschwillt und rasch wieder niedriger wird, so dass am Hinterende des Thieres ein siphoähnlicher Kanal für die Zuleitung des Athemwassers entsteht. Wie auch schon Reincke hervorgehoben hat, enthält dieser Wulst meist einen größeren blutgefäßartigen Hohlraum, oder es ist ein solcher wenigstens in seiner Nähe (Fig. 20 *bl*).

### Das Epithel des Mantelrandes.

Oberflächlich ist der Mantelrand stets von einer sehr dicken Cuticularschicht überzogen, welche von Stacheln förmlich starrt (Fig. 18, 19, 20 *c*). Ihre Mächtigkeit ist auf der Rückenseite eine bedeutendere als auf der Bauchseite *c'*; ein dem Periostracum des Tegmentums entsprechender Theil ist an ihr nicht zu sehen. Die ästhetenbildende Mantelkante giebt die Grenze zwischen der Cuticula des Mantelrandes und dem Tegmentum an (Fig. 19 *äk*). Abgeschieden wird die Cuticula vom Mantelepithele, dem sie direkt aufruht. Das Mantelepithel, die Hypodermis der Autoren, ist, so weit sich über ihm Stacheln befinden, zum großen Theile in Papillen umgewandelt und nur zwischen denselben in seiner ursprünglichen Form vorhanden (Fig. 50 *e*). Seine Zellen erscheinen hier plattenförmig, und die Kerne derselben färben sich stark mit Karmin. In größeren Komplexen ist das einfache Mantelepithel unterhalb der schuppenförmigen Stacheln von Chiton siculus und laevis sichtbar (Fig. 52, 64 *e*), die größte Ausdehnung erreicht es aber an der Basalfläche des Articulamentums. Von der Fläche gesehen zeigen seine Zellen eine polygonale Form, deren längliche oder sehr vielgestaltige Kerne zumeist einer Seite anliegen. Sie lassen Intercellularlücken zwischen einander frei (Fig. 22), ein Umstand, welcher für alle ektodermalen Epithelien der Chitonen bezeichnend ist.

Die Epithelpapillen des Mantelrandes unterscheiden sich in solche, welche nur aus gleichartigen Zellen bestehen, und in solche, an deren Aufbau sich zweierlei Zellen betheiligen. Die Papillen der ersteren Art werden von hoch aufgeschossenen, dünnen Epithelzellen gebildet, welche Lücken zwischen einander frei lassen und nur mit ihrem oberen, etwas verbreiterten Ende mit einander in Zusammenhang stehen. Im oberen Theile der Zellen ist das Plasma zu Körnchen geballt, und

in dieser Körnelung liegen die ovalen Zellkerne (Fig. 31 *ep*). Solche Papillen kommen in Verbindung mit Stacheln an der Unterseite des Mantelrandes von Ch. Polii vor (Fig. 28 *sp*); auf der Rückenseite des Mantelrandes sind sie sehr verbreitet und treten auf bei Ch. Polii, siculus und laevis, ferner bei Chitonellus, sind aber immer stachellos (Fig. 41, 52, 64 *ep*). Sehr hoch aufragende Stacheln der Rückenseite und des Mantelsaumes ruhen auf Papillen, welche auch nur aus einer Art von Zellen sich zusammensetzen, deren Plasma aber nicht in Körnchen aufgelöst ist, sondern eine Andeutung von Längsfaserung zeigt (Fig. 42 *sp*). Die Papillen der zweiten Art enthalten fadenförmige Zellen mit langgestreckten Kernen, welche vom Papillengrunde bis zur Spitze hinaufreichen und die Stützzellen repräsentiren, und dazwischen solche mit runden Kernen. Das Plasma der letzteren ist granulirt, und die zu den einzelnen Zellen gehörigen Theile waren mitunter sehr deutlich von einander abgegrenzt, so dass diese Zellen den drüsenähnlichen Zellen der Ästheten ganz ähnlich sahen (Fig. 49, 56 *sp*). Zuweilen war das Plasma solcher Zellen bei Acanthochiton zu einer von Karmin gefärbten kugeligen Masse zusammengeballt (Fig. 16 *ep*). Außer auf der Rückenseite von Acanthochiton stehen die Papillen der zweiten Art mit Stacheln in Verbindung.

### Die Stacheln und ihre Bildungsweise.

Die Stacheln sind in die mächtige Cuticula eingelassen und ragen aus derselben mehr oder minder hervor. Der Gestalt nach kann man unter ihnen zwei Hauptformen namhaft machen, cylindrische und schuppenförmige. Zu den ersteren gehört die große Mehrheit der Stacheln, letztere hingegen sind seltener und auf die Rückenseite des Mantelrandes gewisser Chitonen beschränkt (so bei Ch. siculus, laevis u. a.). Was zunächst die Cylinderstacheln anbelangt, so lassen sich an ihnen mehrere Theile unterscheiden: 1) der kalkige Theil des Stachels, dem wir wegen seiner meist langgestreckten Gestalt den Namen »Schaft« beilegen wollen, 2) der Chitinbecher und 3) der Chitinring, welcher indessen nicht allen Cylinderstacheln zukommt, sondern auch fehlen kann. Die beiden letzten Bezeichnungen sind von Reincke eingeführt worden. Der Schaft (Fig. 37 *s*) besitzt eine sehr wechselnde Größe, ist entweder gerade oder bogig gekrümmt, seine Oberfläche ist glatt (alle Stacheln von Acanthochiton) oder mit Längsriefen versehen (Fig. 37 *rf*), wozu noch einige quer verlaufende Furchen hinzukommen können (Fig. 26). Bei einzelnen Chitonspecies ist nur der Schaft der Cylinderstacheln auf der Rückenseite des Mantelrandes braun pigmentirt, in der Regel ist er farblos. Der Chitinbecher (Fig. 37 *b*) erscheint

als Träger des Schaftes und umfasst in seiner Höhlung das untere Ende desselben. Er kann mehr oder weniger massig angelegt sein. Die Wandung desselben verjüngt sich nach oben hin und setzt sich als eine zarte chitinige Schicht auf den Schaft fort, ihn vollständig überziehend (Fig. 40 *sh*); wir wollen sie »Stachelhäutchen« nennen. Es bedingt hauptsächlich die Skulptur des Schaftes, indem es durch Anhäufung seiner Substanz die glänzenden Längsriefen desselben darstellt (Fig. 37 *rf*). Am Fuße des Chitinbechers befindet sich ein zapfenartiger Ansatz (der Zapfen), welcher bei mächtig entwickeltem Becher ziemlich lang und stark ist, eine Riefung besitzt und mit einem ebenen, stark lichtbrechenden Scheibchen abschließt (Fig. 40, 42 *z*). Bei mäßig entwickeltem Becher ist dieser Zapfen nur klein und mit einer gelenkgrubenähnlichen Vertiefung versehen (Fig. 27 *z*). Wie ich beobachtet habe, kommt der Ring stets nur im Vereine mit einem starken Chitinbecher vor, fehlt aber keineswegs den Stacheln der echten Chitonen ganz, wie Reincke anzunehmen geneigt war. Als ein charakteristisches Merkmal des Ringes verdient hervorgehoben zu werden, dass er nicht aus einem einzigen Stücke besteht, sondern aus einer größeren Anzahl von Theilstücken (bis 10, 20 und mehr) zusammengesetzt ist, welche durch kleine Zwischenräume von einander getrennt, sich rings um den Zapfen des Bechers gruppiren (Fig. 37 *r*, 45).

Bei der zweiten Hauptform der Stacheln, den Schuppenstacheln, ist der dem Schafte der Cylinderstacheln entsprechende kalkige Theil sehr breit und dabei verhältnismäßig flach, wodurch sein schuppenartiges Aussehen bedingt wird. Er ruht auf einer rautenförmigen, chitinigen Basalplatte, welche dem Chitinbecher der Cylinderstacheln gleichzustellen ist, und welche an dem einen stumpfen Winkel ihrer Unterseite einen kleinen, mit einer gelenkgrubenähnlichen Vertiefung versehenen Zapfen trägt (Fig. 52 *z*). Die Oberfläche dieser Stacheln ist mit Reihen von Höckerchen besetzt (Fig. 51).

Alle Stacheln sind durch einen hellen Plasmafaden mit je einer Epithelpapille verbunden. Zu einer Papille gehört immer nur ein einziger entwickelter Stachel, wohl aber kann sie außerdem einen in Bildung begriffenen Stachel umschließen (Fig. 50 *js*). Eben so wie Reincke konnte ich den Plasmafaden meist bis auf den Grund der Papille verfolgen, doch ist es auch mir nicht gelungen, seinen Übertritt in das darunter liegende Gewebe wahrzunehmen. Stets sah ich einen länglichen Zellkern dem Plasmafaden angeschmiegt, welcher entweder mehr in der Mitte der Papille oder an der Austrittsstelle des Plasmafadens aus ihr gelegen war (Fig. 28, 33 *k*). Die Plasmafäden endigen unter ihrem zugehörigen Stachel mit einer Anschwellung, deren auch

Reincke in seiner Arbeit Erwähnung gethan hat, ohne jedoch auf die Einzelheiten ihres Baues näher einzugehen (Fig. 27, 28 *ek*). Das »Endkölbchen«, wie wir diese Anschwellung nennen wollen, umschließt einen im optischen Durchschnitte dreieckig erscheinenden Raum, welcher von einer dunklen, von Karmin ganz ungefärbten Substanz erfüllt wird, und schließt oben mit einem stark lichtbrechenden Scheibchen ab (Fig. 27 *es*). Nicht selten reichte eine feine, linienartige Fortsetzung der dunklen Substanz vom Endkölbchen innerhalb des Plasmafadens bis in die Nähe der Papille hinab (Fig. 33). Das Endkölbchen steht mit dem Zapfen des Chitinbechers niemals in unmittelbarer Berührung, sondern ist durch einen kleinen Zwischenraum davon getrennt. Bei Stacheln mit schwach ausgebildetem Chitinbecher ist das Scheibchen des Endkölbchens flach, wodurch dieses in Verbindung mit dem Plasmafaden einem Mikrästhete überraschend ähnlich sieht (vgl. Fig. 28 *ek* und Fig. 9 *mi*). Wenn hingegen der Chitinbecher stark entwickelt ist, nimmt das Endkölbchen dadurch eine etwas abweichende Form an, dass sein Scheibchen mehr oder weniger konkav eingedrückt ist (Fig. 40 *es*). Durch seine charakteristische Gestaltung und sein konstantes Vorkommen wird das Endkölbchen zu einem wesentlichen Theile eines ausgebildeten Chitonstachels und kann desshalb auch als Kennzeichen eines solchen dienen. So fand ich meine Vermuthung, dass die eigenthümlichen Kalkschuppen von Ch. siculus nur eine extreme Form der gewöhnlichen Cylinderstacheln seien, bestätigt, als es mir geglückt war, die hier schwer sichtbaren Endkölbchen unter ihnen ausfindig zu machen (Fig. 52 *ek*). Häufig bemerkte ich, dass bei größeren Stacheln der Plasmafaden sammt dem Endkölbchen von einer zellkernhaltigen, plasmatischen Scheide umhüllt war, innerhalb welcher aber der Plasmafaden in seinem Verlaufe deutlich sichtbar blieb (Fig. 27, 28 *sf*). Die mehrkernigen Epithelpapillen, welche Hubrecht[1] und van Bemmelen[2] bei Proneomenia Sluiteri in Verbindung mit den Stacheln gefunden haben, entsprechen vielleicht den kernhaltigen Scheiden der Plasmafäden bei den Chitonen.

An einzelnen, nicht vollkommen klaren Stellen hatte es den Anschein, als ob mehrere Plasmafäden neben einander gegen den Becher hinaufzögen, was auch Reincke aufgefallen war. Der wahre Sachverhalt dürfte aber der sein, dass eine den Plasmafaden umhüllende Scheide da ist, welche aber wegen ihrer faserigen Struktur ein Bündel von Plasmafäden vortäuscht. Da das Endkölbchen mit dem Zapfen nie in

[1] Hubrecht, »Proneomenia Sluiteri«. Niederländ. Archiv f. Zool. Suppl.-Bd. I. 1881, 1882.

[2] a. a. O.

direkter Verbindung steht, so ist es offenbar, dass es nicht der Plasmafaden sein kann, welcher den Stachel am Ausfallen verhindert, denn dazu wäre er sammt seiner Scheide, wo dieselbe vorhanden ist, zu schwach, sondern es muss die starre Cuticularsubstanz sein, die den Stachel festhält.

Was die Entwicklung der Stacheln betrifft, so hat bereits Reincke darauf hingewiesen, dass die erste Anlage eines Stachels immer in einer von Cylinderepithel ausgekleideten Einsenkung des Mantelgewebes erfolgt. Er hat zwei besondere Modi der Stachelbildung unterschieden, je nachdem die Bildungsstätte des jungen Stachels, die Epitheleinsenkung, von zwei Papillen überwallt werde oder innerhalb einer einzigen Papille gelegen sei, wobei im letzteren Falle noch der Umstand hinzukommen könne, dass eine eigenthümlich gestaltete Zelle an den jungen Stachel sich ansetze, welche dann später in den Plasmafaden sich umwandle. Eine solche Zelle hat Reincke nur bei der Stachelbildung zweier Chitonspecies beobachtet, mir hingegen ist sie bei meinen Untersuchungen so oft begegnet, dass ich einzig und allein je nach ihrem Vorhandensein oder Fehlen zwei Modi der Stachelentwicklung aufstellen möchte, welche sich einfach in folgender Weise charakterisiren lassen: 1) Eine durch ihre Gestalt und Größe ausgezeichnete Zelle, die Bildungszelle, spielt bei der Entwicklung des Stachels eine hervorragende Rolle; 2) eine solche ausgezeichnete Zelle ist nicht vorhanden oder doch nicht sichtbar. Der erstere Modus hat bei den echten Chitonen die größte Verbreitung, da er hier bei der Entstehung aller Cylinderstacheln zur Geltung kommt. Der zweite Modus ist bei den echten Chitonen weit seltener zu finden als der erste, ich habe ihn nur bei der Bildung der Schuppenstacheln beobachtet. Hingegen erfolgt bei Chitonellus die Bildung sämmtlicher Stacheln, trotz ihrer cylindrischen Form, nach dem zweiten Modus.

Alle Stacheln von Chiton Polii sind Cylinderstacheln und entwickeln sich daher nach dem ersteren Modus. Dabei sind die einzelnen Bildungsstadien von einer solchen Klarheit, dass sie zum Studium am besten sich eignen. Wir wollen daher zunächst ihre Entwicklung schildern, so weit sie als typisch gelten kann. In seiner ersten Anlage erscheint der junge Stachel als ein helles, rundliches Bläschen im Innern einer Papille (Fig. 29 *js*). An der Peripherie zeigt es einen hellen Kontour, welcher dem Stachelhäutchen angehören dürfte. Getragen wird der junge Stachel von der Bildungszelle, welche in einer Epitheleinsenkung steht (Fig. 30, 31 *bz*). Die Bildungszelle ist leicht von den benachbarten Zellen zu unterscheiden. Ihr Zellleib ist verhältnismäßig groß und färbt sich nur wenig mit Karmin, wesshalb er sehr hell er-

scheint. Der Zellkern ist von entsprechender Größe, besitzt die Gestalt einer Kugel und lässt außer dem Kerngerüst einen großen Nucleolus deutlich erkennen (Fig. 29 u. ff.). Zu den Seiten der Bildungszelle, durch einen engen Zwischenraum von ihr getrennt, liegen gewöhnliche Cylinderzellen, deren Plasma sich mit Karmin sehr intensiv färbt und welche einen länglichen Zellkern besitzen (Fig. 29 *cy* u. ff.). Auch sie stehen noch in der Gewebseinsenkung. Sie berühren seitlich den jungen Stachel und bringen die Skulptur des Schaftes hervor, indem jeder Riefe eine anliegende Zelle entspricht. Vielleicht sind sie auch bei der Abscheidung von Kalksalzen für den jungen Stachel neben der Bildungszelle thätig. Wenn der junge Stachel heranwächst, drängt er die ihn umhüllenden Zellen der Papille aus einander und ragt mit der Spitze aus ihr hervor (Fig. 32, 33 *js*). Die Bildungszelle nimmt eine Zeit lang an Größe zu, währenddem der junge Stachel durch die neu gebildete Cuticula immer höher emporgehoben wird, und erreicht allmählich die volle Höhe der Papille. Sie nimmt dabei die Gestalt eines auf die Spitze gestellten Kegels an, indem ihre Basis sich mehr und mehr verengt. Mit ihrem breiten oberen Ende umspannt sie den ganzen flachen Grund des Stachels (Fig. 32, 34 *bz*). Wenn der Schaft seine völlige Größe erreicht hat, so gelangt der Chitinbecher zur Ausbildung. Dieser geht durch Verdickung des basalen Theiles des Stachelhäutchens hervor (Fig. 28 *b*). Die erforderliche Substanz, das Chitin, wird vielleicht außer von der Bildungszelle auch noch von den mit dem Stachelunterende in Berührung stehenden Cylinderzellen geliefert. Während der Bildung des Zapfens wird die Bildungszelle schon etwas schmäler (Fig. 28 *bz*), und ist dieser endlich zur Vollendung gelangt, dann erfährt die Bildungszelle eine merkwürdige Umwandlung. Sie löst sich von ihm ab und an ihrem oberen Ende wird ein stark glänzendes Scheibchen sichtbar, jenem ganz ähnlich, welches wir am Endkölbchen kennen gelernt haben (Fig. 29, 35 *ek'*). Indem nun der Kern aus der Mitte der Bildungszelle herausrückt, sich verkleinert und an Deutlichkeit verliert, gewinnt der Leib der Bildungszelle immer mehr die charakteristische Gestalt des Endkölbchens und ihr unteres Ende wird zum Plasmafaden. Was das schließliche Schicksal des Kernes ist, habe ich in meinen Präparaten nicht genau ermitteln können; denn das letzte geschilderte Stadium ist nur sehr selten zu finden, wahrscheinlich desshalb, weil es sehr rasch durchlaufen wird. Ich vermuthe aber, dass der Zellkern am Plasmafaden, welcher häufig an der Austrittsstelle desselben aus der Papille sichtbar ist (Fig. 33 *k*), mit jenem identisch sei. Der Ring, wo er vorhanden ist, ist sicher nur ein Produkt der Cylinderzellen, was schon daraus hervorgeht, dass er außer dem Bereiche der Bildungszelle ge-

legen ist (Fig. 29*r*) und sich aus so viel Theilen zusammensetzt, als an seiner Entstehung Cylinderzellen betheiligt sind. Sehr hübsch konnte ich dies auf Schnitten wahrnehmen, welche nur durch den äußersten Mantelsaum von Acanthochiton gingen und die in Bildung begriffenen Ringe trafen. An jedes Theilstück des Ringes legte sich hier eine besondere Cylinderzelle an. Der fertige Stachel wird durch die vom Epithel der Umgebung beständig abgesonderte Cuticula immer höher emporgehoben und gleichzeitig zieht sich der mit dem Endkölbchen in Verbindung stehende Plasmafaden in die Länge. Je älter ein Stachel ist, desto mehr hat er sich vom Mantelepithel entfernt, und desto länger ist sein Plasmafaden, welcher zur Papille hinführt. Es mag sich zuweilen, insbesondere bei sehr starken Stacheln, ereignen, dass einzelne Zellen der Papille mit dem Endkölbchen zugleich von der Cuticula emporgetragen werden, welche alsdann die zellige Scheide des hellen Plasmafadens darstellen (Fig. 27, 28 *sf*).

Wie bereits erwähnt wurde, entwickeln sich die Schuppenstacheln von Chiton siculus und laevis nach dem zweiten Modus, ohne erkennbare Bildungszelle. Auf Schnitten, welche den äußersten Mantelsaum allein treffen, sieht man oft ganz junge, unverletzte Stacheln im natürlichen Zusammenhange mit dem Epithel. Sie zeigen alsdann eine Wetzsteinform, da ihre Breite im Verhältnis zur Länge sehr gering zu nennen ist und ihre beiden Enden abgerundet sind. In ihrer Umgebung sind die Epithelzellen erhöht und zu einer langgestreckten Papille angeordnet. Die jüngsten Stacheln liegen eingehüllt in diesen Papillen, ältere hingegen sind nur noch rings am Rande von Zellen der Papille bedeckt, welche auch hier die Skulptur derselben verursachen. Wenn nun solche frühe Entwicklungsstadien der Schuppenstacheln vom Schnitte quer getroffen werden, so zeigen sie mit den entsprechenden Stadien der Cylinderstacheln eine große Ähnlichkeit. Sie erscheinen dann ebenfalls als runde Bläschen, über denen die Zellen der Papille sich zusammenneigen (Fig. 54 *s'*). Während aber die jungen Cylinderstacheln der eigenthümlich gestalteten Bildungszelle aufruhen, sucht man hier vergeblich nach einer analogen Zelle. Die Zellen unterhalb der Stachelanlage unterscheiden sich hier gar nicht von einander und färben sich alle ziemlich intensiv mit Karmin. Ich mochte die auf einander folgenden Schnitte prüfen, welche noch Antheile ein und desselben in Entwicklung begriffenen Schuppenstachels enthielten, so konnte ich doch nie mit voller Sicherheit jene Zelle herausfinden, welche das Endkölbchen liefert, das jedenfalls auf eine ähnliche Weise zu Stande kommen muss, wie dasjenige der Cylinderstacheln der echten Chitonen. Die späteren Bildungsstadien der Schuppenstacheln von Ch. siculus

und laevis sollen wegen ihrer Verschiedenheit noch besonders behandelt werden.

Trotzdem die entwickelten Stacheln von Chitonellus eine so große Übereinstimmung mit den Cylinderstacheln der echten Chitonen zeigen, so lehnt sich doch ihre Bildungsweise an diejenige der Schuppenstacheln an, da auch sie durch den Mangel einer eigentlichen, ausgezeichneten Bildungszelle charakterisirt wird. Die junge Stachelanlage besitzt aber hier keine langgestreckte Form, sondern eine mehr kreiskegelartige, wie die neuen Cylinderstacheln der echten Chitonen.

Nachdem wir die beiden Hauptformen der Stacheln in Bezug auf ihren Bau und ihre Bildungsweise im Allgemeinen kennen gelernt haben, wollen wir daran gehen, die Stacheln einzelner Species im unentkalkten und entkalkten Zustande noch etwas genauer zu beschreiben. Die Stacheln sind nämlich nicht allein bei verschiedenen Species verschieden an Gestalt und Größe, sondern zeigen auch bei ein und derselben Art bedeutende Unterschiede, je nachdem sie auf der Rücken- oder Bauchseite oder am äußersten Saume des Mantelrandes vorkommen. Nach ihrem Standorte wollen wir sie demnach im Folgenden eintheilen in Rückenstacheln, Bauchstacheln und Saumstacheln, wozu noch bemerkt werden mag, dass bei einzelnen Chitonen sogar mehrere Formen von Rücken- und Saumstacheln unterschieden werden können. Wenn wir diese Eintheilung der Stacheln mit der früher gegebenen in Einklang bringen, so ergiebt sich, dass die Bauch- und Saumstacheln sämmtlicher von mir darauf untersuchten Species Cylinderstacheln sind, bei Chiton Polii, Acanthochiton und Chitonellus auch noch die Rückenstacheln, während die Rückenstacheln von Ch. siculus und laevis Schuppenstacheln sind.

Die Rückenstacheln sind meist niedrig, aber stark entwickelt, sind häufig pigmentirt und stets mehr oder minder dorsalwärts gebogen. Als besonderes Merkmal der Saumstacheln ist hervorzuheben, dass sie in der Regel durch ihre Länge vor den übrigen sich auszeichnen und mehr oder minder emporgerichtet sind. Die Bauchstacheln sind überall nur klein und schief nach auswärts gerichtet. Bei Chiton siculus und laevis zeigen sie das Extrem dieser Richtung, indem sie mit ihrer Längsseite dem Mantelepithel angepresst sind. Die Bauchstacheln haben mit den Saumstacheln das gemein, dass ihr Schaft stets ungefärbt ist.

### Die Stacheln von Chiton Polii.

Rückenstacheln. Wenn man die gewöhnliche starke Form der Rückenstacheln aus der Cuticula aushebt und im unentkalkten Zustande unter dem Mikroskop betrachtet, so stellen sie sich dar als dunkel-

braun pigmentirte, undurchsichtige, cylindrische Körper, welche schwach gebogen sind (Fig. 23). Sie sind nicht ganz stielrund, sondern vom Rücken her ein wenig zusammengedrückt und leiten so zu den Schuppenstacheln hinüber. Auf der Oberfläche derselben verläuft eine Anzahl gelbglänzender Riefen vom flachen Fuße des Schaftes gegen die Spitze zu (Fig. 23 *rf*). Der breite Chitinbecher hebt sich als ein schmaler, gelbglänzender Saum vom Schafte ab. Ein Ring ist niemals vorhanden. Auf den entkalkten und gefärbten Querschnitten erscheinen an Stelle dieser Stacheln Höhlungen in der Cuticularschicht, theils unmittelbar über den Epithelpapillen, theils eine Strecke über denselben. Fig. 27 zeigt zwei axial getroffene und einen angeschnittenen solchen Stachel. Der dünne Chitinbecher (*b*) geht in das Stachelhäutchen (*sh*) über. An den zwei axial getroffenen Stacheln ist der Zapfen des Bechers sichtbar, unter dessen gelenkgrubenartiger Vertiefung das Endkölbchen (*ek*) liegt. In der Höhlung der Stacheln sind horizontale Lagen einer intensiv gelben Substanz ausgespannt, welche im unentkalkten Schafte gleichmäßig vertheilt sein mag, wie die im jungen Tegmentum enthaltene. Sie dürfte die braune Färbung der Stacheln bedingen. Die zu diesen Rückenstacheln gehörigen Papillen sind flaschenförmig, bei jüngeren Stacheln sind sie ganz ins Gewebe eingesenkt (Fig. 27 *sp*), bei älteren liegen sie in hügelartigen Vortreibungen des Gewebes. Sie enthalten nur wenige rundliche und längliche Zellkerne in einer geringen Menge hellen Plasmas. Nur selten besaß die Papille, die zu einem alten, schon weit abgehobenen Stachel in Beziehung stand, die Form einer stachellosen Papille. Der Plasmafaden war alsdann von einer kernhaltigen Scheide umgeben (Fig. 27 *sf*). Die auf einander folgenden Stadien der Entwicklung dieser Stacheln sind schon besprochen worden. Es ist bloß noch nachzutragen, dass die jungen Stacheln bereits von der erwähnten gelben Substanz erfüllt sind (Fig. 31, 32), und dass das Stachelhäutchen, so weit die Bildungszelle ihm anhaftet, ebenfalls den gelben Ton zeigt (Fig. 34). Außer der soeben beschriebenen Form der Rückenstacheln kommt bei Ch. Polii noch eine andere vor. Diese stehen in ziemlich sparsam verstreuten Büscheln zu vier und mehreren beisammen auf ungefähr der halben Höhe des Mantelrandes. Sie sind von rundem Querschnitte und viel schmächtiger als die Hauptform. Ihr Schaft erreicht nur eine mäßige Länge, ist ungefärbt und ohne Skulptur (Fig. 24 *s*). Der Chitinbecher ist so mächtig angelegt, dass er die Hälfte der Stachellänge ausmacht (Fig. 24, 29 *b*). Der stets vorhandene Ring ist nicht stark entwickelt und seine Substanz nur wenig kompakt, so dass er unter dem Mikroskop gekörnelt erscheint (Fig. 29 *r*). Die fertigen Stacheln stehen auf

hügelartigen Vortreibungen des Mantelgewebes; ihre Papillen gleichen den stachellosen (Fig. 29 *sp*). Ganz ähnliche Stachelformen beschreibt Thiele von Ch. rubicundus. Ihre Entwicklung weicht von dem früher geschilderten Schema nicht ab.

Die Bauchstacheln sind einheitlich gestaltet, nur nehmen sie von der Kiemenhöhle aus gegen den Mantelsaum hin stetig an Größe zu, so dass in dessen Nähe die größten Bauchstacheln zu finden sind (Fig. 28 *vs*). Der kurze Schaft ist ein wenig gekrümmt, ungefärbt und mit leicht erhabenen Längslinien versehen (Fig. 25). Der Chitinbecher ist dünnwandig und trägt einen kleinen Zapfen (Fig. 28 *vs*, 33 *z*). Ein Ring ist nie vorhanden. Ihre Papillen zeigen den Bau der stachellosen auf der Rückenseite, und an der Austrittsstelle des Plasmafadens aus denselben war stets ein länglicher Zellkern sichtbar (Fig. 28, 33 *k*). Der organische Rest der jüngeren entkalkten Stacheln war in unregelmäßige, von Karmin stark gefärbte Stücke zerfallen (Fig. 28, 33 *i*). In der Entwicklung stimmen diese Stacheln mit den Rückenstacheln überein; ihre erste Anlage erfolgt unzweifelhaft innerhalb einer bereits bestehenden Papille. Anfänglich liegt der junge Stachel vertikal in der Papille, geht aber später immer mehr in die charakteristische schiefe Lage des fertigen Stachels über (Fig. 30, 33). Die Bildungszelle besitzt in den mittleren Stadien eine sanduhrförmige Gestalt (Fig. 33 *bz*).

Die Saumstacheln zeichnen sich vor den übrigen Stacheln durch ihren kolossalen Schaft aus, so dass sie schon bei starker Lupenvergrößerung als zarte Fransen des Mantelsaumes sichtbar sind. Der Schaft ist ungefärbt, nur schwach gebogen, und an seiner Oberfläche mit längsverlaufenden glänzenden Leistchen besetzt, zu denen mitunter noch einige seichte Querfurchen hinzukommen (Fig. 26). Der Chitinbecher ist dickwandig und trägt einen scharf abgesetzten Zapfen und ein deutliches flaches Scheibchen (Fig. 26, 28 *sb*). Der Chitinring, welcher nie fehlt, ist wie bei der zweiten Form der Rückenstacheln nur wenig kompakt (Fig. 26, 28 *r*). Die Saumstacheln können als riesig entwickelte Bauchstacheln aufgefasst werden, mit denen sie auch das gemeinsam haben, dass ihre Papillen aus einerlei Zellen aufgebaut sind. Der Plasmafaden älterer Stacheln war zur Gänze in einen mächtigen, vielzelligen Fortsatz der Papille (die Scheide) eingehüllt (Fig. 28 *sf*). Das Scheibchen des Endkölbchens ist nur wenig konkav. Die Bildungszelle erreicht hier eine enorme Größe (Fig. 28 *bz*).

In der Nähe der ästhetenbildenden Mantelkante wiederholen sich auf meinen Schnittserien von Ch. Polii regelmäßig an bestimmten Stellen, wo die Stacheln fehlen, sehr seltsame Gebilde. Helle Fasern, ähnlich denen, welche sonst zum Endkölbchen der Stacheln hinführen,

steigen oft zu mehreren aus einer Papille auf und schließen oben mit einer Anhäufung äußerst feiner Bläschen ab, welche in wechselnder Höhe in der Cuticula gelegen sind (Fig. 36 *pb*). Auch an der Papille eines Saumstachels habe ich einmal ein gleiches Gebilde gefunden (Fig. 29 *pb*). Reincke hat bei Chitonellus fasciatus ähnliche aber weit größere solche Bläschen mit heller Faser gesehen, die in eine Papille hinabreichte. Er hält sie für Reste verloren gegangener Stacheln, welche mitunter in mittlerer Höhe eine ähnliche, bläschenförmige Anschwellung zeigten. In ähnlicher Weise möchte ich die gestielten Bläschen bei Chiton Polii und Acanthochiton (Fig. 49 *pb*) deuten, wo ich sie auch wiederholt, und zwar nur an stacheltragenden Papillen beobachtet habe. Ihr zarter Plasmafaden mag demnach auch einmal zu einem Stachel in Beziehung gestanden haben, welcher aber schon längst abgestoßen ist. Nach dem Ausfallen des Stachels werden diese Plasmafäden bis an die Oberfläche der Cuticula aufgereicht haben, wie auch in Fig. 28 *f'* ein Fall abgebildet ist. Ich stelle mir nun vor, dass diese Plasmafäden an der Spitze der Papille abreißen und mit der oberen Schicht der Cuticula nach und nach abgenutzt werden. Nach einiger Unterbrechung beginnt der Plasmafaden wieder zu wachsen und nimmt an seiner Spitze eine kleine Menge Plasma aus der Papille mit, welche ihm als Bläschen aufsitzt. Mehrere solche gestielte Bläschen könnten nur dann gemeinsam aus einer Papille entsteigen, wenn in ihr mehrere Stacheln nach einander zur Anlage kamen, was bei den Bauchstacheln von Ch. Polii und Acanthochiton der Fall ist; ob dies jedoch auch für die stacheltragenden Papillen der Rückenseite gilt, dafür habe ich keinen sicheren Beleg gefunden. — Eine andere Erklärungsweise wäre die, dass die Plasmafäden der gestielten Bläschen nie mit Stacheln in Verbindung gestanden haben, sondern dadurch hervorgegangen sind, dass die Cuticula bläschenförmige Theile von den Papillen abschnürt, welche mit den Papillen durch Plasmafädchen verbunden bleiben.

Von Neomenia gorgonophila bildet Kowalevsky[1] sehr große, vom Epithel in die Cuticula hoch aufragende, gekörnelte Zellen mit je einem großen Zellkerne ab. Derselben Gebilde von Neomenia thut auch A. Hansen[2] Erwähnung. Ob sie vielleicht zu den Stacheln in Beziehung stehen, wird von den beiden Autoren nicht angegeben. Desshalb erscheint es mir zweifelhaft, ob sie ohne Weiteres als Homologa der gestielten Bläschen innerhalb der Cuticula der Chitonen aufgefasst werden dürfen. A. Hansen vermuthet, dass die großen, keuligen Zellen von

[1] »Neomenia corallophila«. 1881.

[2] »Neomenia, Proneomenia und Chaetoderma«. Bergens Museums Aarsberetning. 1888.

Neomenia mit den größeren runden klaren Zellen bei Chaetoderma verglichen werden können, welche zwischen den Cylinderzellen unter der Cuticula sich vorfinden und gar nicht in die Cuticula hineinragen. Da nun A. Wirén[1] diese runden klaren Zellen von Chaetoderma als die Bildungsstätten der Kalkstacheln bezeichnet, so dürften sie den Bildungszellen der Cylinderstacheln der Chitonen gleichzustellen sein.

Bei jener Chitonspecies, welche Herr Cori für mich in Faro bei Messina gütigst gesammelt und konservirt hat, gleichen die Stacheln in Bezug auf Bau und Entwicklung fast vollständig denen von Ch. Polii. Im unentkalkten Zustande habe ich sie jedoch nicht untersuchen können.

### Die Stacheln von Chitonellus sp.?

An die Stacheln von Ch. Polii schließen sich der Gestalt nach zunächst die von der Chitonellusspecies aus der Algoabai an. Wie das Thier selbst, so sind auch seine Stacheln verhältnismäßig sehr groß und stecken in einer außerordentlich mächtigen Cuticula. Ein gemeinsames Merkmal dieser Stacheln ist, dass alle ohne Unterschied mit einem dickwandigen Chitinbecher und einem aus zahlreichen breiteren oder schmäleren Theilstücken zusammengesetzten Ringe ausgestattet sind (Fig. 37, 38 *r*). Die Rückenstacheln sehen plump aus. Ihr Schaft ist sehr dick, tief kanellirt und zeigt eine braune Färbung, welche ihn für das Licht undurchlässig macht. Die erhabenen Riefen waren gelbglänzend (Fig. 37 *rf*). Sehr häufig waren diese Stacheln von Bohralgen durchlöchert. Die Bauchstacheln sind auch hier wieder sehr klein und wie die langen, aufwärts gekrümmten Saumstacheln ungefärbt und seichter gerieft als die Rückenstacheln (Fig. 38). Die zu den Stacheln gehörigen Papillen sind in das Mantelgewebe eingesenkt (Fig. 41 *sp*), welches nur bei älteren, weit abgehobenen Stacheln hügelartig in die Cuticula sich vorwölbt. Eine den Plasmafaden umhüllende Scheide war häufig sichtbar. Bei sehr starken Stacheln ist das Scheibchen des Endkölbchens groß und tief konkav eingedrückt (Fig. 40 *ek*). Auf den Präparaten war sehr oft an schief getroffenen Stacheln noch oberhalb der Cuticula ein Stück des Stachelhäutchens wahrnehmbar, welches die Skulptur des Schaftes zeigte (Fig. 41 *sh*). Wenn ich so einstellte, dass der Ring im optischen Durchschnitte erschien, so sah das untere Ende seiner Theile wie zerfasert aus und der Zapfen erschien fein kanellirt (Fig. 42 *z*). Im Chitinbecher jüngerer Stacheln war oberhalb des Zapfens eine dunklere Stelle sichtbar. Die Substanz des Bechers erwies sich häufig als aus horizontalen Schichten bestehend (Fig. 42).

[1] »Mittheilungen über den Bau des Chaetoderma nitidulum«. Verh. des biolog. Vereins. Stockholm 1890.

An den ungefärbten, großen Saumstacheln, welche durchsichtig sind, konnte ich bei mittlerer Einstellung eine Struktur des unentkalkten Schaftes konstatiren (Fig. 40). Ich sah in der kalkigen Substanz helle, dunkler umsäumte parallele Querstreifen in unregelmäßigen Abständen von einander und eine hindurchgehende sehr zarte Längsstreifung. Auch an den Stacheln von Chaetoderma nitidulum nahm L. Graff[1] eine ähnliche parallele quere Streifung wahr, welche durch die Einwirkung von Essigsäure noch weit schärfer hervortrat; einer Längsstreifung thut er keine Erwähnung. Eine Art Längsstreifung bemerkte ich auch in der organischen Substanz jüngerer Stacheln, welche hier noch in reichlicher Menge vorhanden ist und nach dem Entkalken sich in Gestalt eines langen Pfropfes zusammenballt (Fig. 41 *i*).

### Die Stacheln von Acanthochiton fascicularis.

Wenn man aus den verschiedenen Gegenden des Mantelrandes von Acanthochiton frische Stacheln abhebt und mikroskopisch untersucht, so findet man, dass auch hier wiederum die drei Bezirke durch besondere Stachelformen gekennzeichnet sind. Allen diesen Stacheln ist gemeinsam, dass sie farblos sind und keine Oberflächenskulptur zeigen, also vollkommen glatt sind. Charakteristisch für die Rückenseite sind sehr kleine und schwache, gar nicht oder nur wenig gebogene nadelförmige Stacheln, welche in sehr großer Zahl zwischen den Papillen in der Cuticula stecken (Fig. 44). Außerdem sind aber hier noch ungeheuer länge (über 2 mm), scharf zugespitzte Stacheln vorhanden (Fig. 43), welche in tiefen Gruben des Mantelrandes zu Büscheln vereint beisammen stehen und schief gegen den Rücken des Thieres zu gerichtet sind (Fig. 20 *sb*). Der Zahl und Anordnung dieser Stachelbüschel wurde bereits gedacht. Die einzelnen Stacheln sind schon mit bloßem Auge wahrnehmbar; ihre riesige Länge wird durch den Schaft bedingt. Dergleichen Stacheln, welche in tiefen Gruben des Mantelgewebes büschelweise beisammen stehen, beschreibt Middendorff auch von Cryptochiton. Er hat sie Borsten genannt. Wie aber van Bemmelen hervorhebt sind auch diese Stacheln von Cryptochiton kalkiger Natur, wesshalb der Name »Borsten« von Middendorff nicht passend gewählt erscheine. Nach den Zeichnungen, welche von Cryptochiton gegeben worden sind, und den Bemerkungen van Bemmelen's über die zu Büscheln vereinten Stacheln zu urtheilen, will es mich überhaupt bedünken, als ob Cryptochiton ein naher Verwandter von Acanthochiton sei.

Bei Acanthochiton sind in den Büscheln nur die Stacheln am

[1] Anatomie des Chaetoderma nitidulum. Diese Zeitschr. Bd. XXVI. 1876.

äußeren Grubenrande vollständig ausgebildet (Fig. 20 *sb*). Das Wachsthum des Schaftes derselben ist abgeschlossen und an seinem unteren Ende ist ein kurzer, dickwandiger Becher und ein aus Theilstücken bestehender Ring abgeschieden (Fig. 45, 43 *r*). Der unentkalkte Schaft zeigt im Inneren eine zarte Längsstreifung. An Stacheln, welche aus der Tiefe der Grube ihren Ursprung nehmen, ist der Chitinbecher nur schwach und der Ring gar nicht entwickelt. Zwischen den langen, starken Stacheln der Büschel stehen noch dünnere bis sehr dünne nadelförmige Stacheln, welche gleichfalls eine bedeutende Länge besitzen und die von den starken Stacheln frei gelassenen Lücken ausfüllen. Außer in den Gruben finden sich lange starke Stacheln auch noch hin und wieder zwischen den Papillen in der Cuticula der Mantelrückenseite vor. Die Bauchstacheln stehen dicht gedrängt und sind schief nach auswärts gerichtet. Ihr Schaft ist von mäßiger Länge, läuft in eine scharfe Spitze aus und lässt dieselbe innere Struktur erkennen wie derjenige der langen Rückenstacheln (Fig. 46). Der Chitinbecher ist dünnwandig; der Ring, welcher fast immer vorhanden ist, erscheint schief abgestutzt, und zwar so, dass der mächtigere Theil desselben median zu liegen kommt (Fig. 49 *r*). Da der Ring in meinen Präparaten sich mit Karmin stark gefärbt hatte, so gewann er in Anbetracht seiner eigenthümlichen Form im optischen Durchschnitte beinahe das Aussehen eines Zellkernes, welcher dem Endkölbchen anliege. Nur die längsten Bauchstacheln in der Nähe des Mantelsaumes entbehren eines Ringes. Die Saumstacheln stehen nicht genau horizontal ab, sondern sind etwas nach oben gerichtet. In Bezug auf ihren Bau und ihre Größe gleichen sie vollkommen den in Büscheln bei einander stehenden Stacheln der Rückenseite. Die völlig ausgebildeten unter ihnen sind mit einem dickwandigen, kurzen Chitinbecher und einem starken Ringe ausgestattet.

Einen Theil von der äußeren Wandung einer Grube, welcher ein Stachelbüschel eingepflanzt ist, zeigt Fig. 47. — Man sieht hier drei verschieden weit vorgeschrittene Entwicklungsstadien starker Stacheln, dazwischen zwei schwächere, fertige und einige sehr dünne. Der Schaft des Stachels $e_1$ ist noch im Wachsthume begriffen; sein unteres Ende ist in die Papille eingesenkt und wird von einem dünnwandigen Becher umfasst. An diesen, seiner ganzen Breite nach, legt sich die riesige Bildungszelle von typischem Baue an ($e_1$, *bz*). Die übrigen Zellen der Papille schließen sich innig an den Schaft oberhalb des Chitinbechers an. Alle Stacheln der Gruben mit Ausnahme derjenigen vom oberen Rande derselben habe ich in diesem Stadium angetroffen, was wohl darauf hindeutet, dass sie ein unbegrenztes Wachsthum besitzen. Es

ist daher auch erklärlich, dass VAN BEMMELEN bei den gleichwerthigen Stacheln von Cryptochiton den dünnen Becher leicht übersehen konnte, wenn er solche aus der Grubensohle stammende untersuchte. Am Grunde der Gruben sind die Zellen der Epithelpapillen sehr lang und schmal und die zu den einzelnen Papillen gehörigen Antheile nicht deutlich von einander abgegrenzt (Fig. 48). Ein älteres, vorgeschritteneres Bildungsstadium zeigt der Stachel $e_2$ auf Fig. 47. Der Becher und sein Zapfen sind ihrer Vollendung nahe. Die dem Zapfen anhaftende Bildungszelle hat sich schon bedeutend eingeschränkt. Noch weiter entwickelt ist der höher gelegene Stachel $e_3$. Hier ist auch der Ring bereits ausgebildet, und die Bildungszelle steht im Begriffe, das Endkölbchen zu formen, dessen Scheibchen schon zur Abscheidung gelangt ist ($e_3$, *es*). An den beiden schwächeren Stacheln ($s_1$ und $s_2$) ist auch das Endkölbchen vollendet, und die Stacheln sind daher als fertige zu betrachten. Die Bildungsweise der Saumstacheln erfolgt genau so, wie die der zu Büscheln vereinten Stacheln. Die frühesten Entwicklungsstadien, welche nur sehr selten anzutreffen sind, bieten nichts Bemerkenswerthes dar.

Zu den Bauchstacheln führen die Plasmafäden von der distalen Seite der Papillen (Fig. 49 *f*), ihr Endkölbchen liegt in der Höhlung des schief abgestutzten Ringes. An Stelle des Zapfens ist am Chitinbecher nur eine gelenkgrubenartige Vertiefung vorhanden. Den Papillen der Bauchseite des Mantelrandes sah ich nicht selten größere gestielte Bläschen entsteigen, ganz ähnlich jenen bei Ch. Polii erwähnten (Fig. 49 *pb*). Die Anlage der Bauchstacheln erfolgt hier deutlich innerhalb einer bereits bestehenden Papille, welche oftmals noch einen fertigen Stachel trägt. Der längliche, zugespitzte junge Stachel, welcher einer kleinen, aber deutlich sichtbaren Bildungszelle aufruht, wird von länglichen, mit Karmin dunkel sich färbenden Zellen rings umgeben (Fig. 50 *js*).

### Die Stacheln von Chiton siculus.

Die schuppenförmigen Rückenstacheln von Ch. siculus sind im entkalkten Zustande bereits einmal von VAN BEMMELEN untersucht worden, doch hat er sie nicht als Stacheln erkannt und mit der sie umgebenden Cuticula des Mantelrandes zusammengeworfen. In seiner Proefschrift nennt er die Species, an welcher er seine Untersuchungen hauptsächlich durchgeführt hat, Chiton marginatus. Allein aus allen Details, welche er von den Stacheln sowie von den Ästheten anführt und abbildet, scheint mir klar hervorzugehen, dass es Ch. siculus gewesen sei. — Die Schuppenstacheln von Ch. siculus sind groß und stark. Ihr kalkhaltiger Theil erhebt sich auf einer chitinigen, rauten-

förmigen Basis, der Basalplatte, welche hier die Stelle des Chitinbechers vertritt. Das obere Ende des Stachels ist nach dem Rücken des Thieres zu umgebogen. Die Oberfläche ist mit kleinen, warzenartigen Erhöhungen bedeckt, welche in konvergenten Reihen nach der Spitze zu verlaufen (Fig. 51). Fig. 52 stellt einen vom Schnitte in der Richtung der kürzeren Diagonale der Basalplatte getroffenen entkalkten Schuppenstachel dar. Die chitinige Basalplatte (*bp*) liegt hier dem Plattenepithel des Mantels unmittelbar auf, bei älteren Stacheln ist sie etwas davon abgehoben. Sie ist durchgehends von ziemlich derselben Stärke und ein wenig wellig gebogen. Am distalen, stumpfen Ende der Basalplatte befindet sich der konkav ausgehöhlte kleine Zapfen (*z*), unterhalb dessen, am Rande der stacheltragenden Papille das Endkölbchen sichtbar ist, dessen Scheibchen schwach eingedrückt erscheint (Fig. 52 *ek*). Das Endkölbchen sitzt dem Mantelgewebe direkt auf, wesshalb der helle Plasmafaden hier in Wegfall kommt und das Endkölbchen selbst nur sehr schwer sichtbar wird. Oberhalb der Papille verjüngt sich die Basalplatte und geht in das Stachelhäutchen über. Bei jüngeren Stacheln färbt sich die Basalplatte stark mit Karmin, an älteren hingegen nur wenig. An die proximale Seite der Basalplatte schließt sich eine aufrechte, stark gelblich glänzende Leiste an, so dass von beiden ein rechter Winkel gebildet wird (Fig. 52 *lp*). Diese Leiste ist an ihrem äußeren Rande homogen, an der Innenseite der Stachelhöhlung jedoch erscheint sie in sehr viele feine Fasern aufgelöst. Sie bleibt von Karmin gänzlich ungefärbt. Zwischen den beiden Chitingebilden, der Basalplatte und der Leiste, war stets eine deutliche Trennungslinie bemerkbar. Die der Basalplatte und der Leiste entsprechenden Stacheltheile hat auch van Bemmelen wahrgenommen. Die Leisten nannte er »Stafjes« und glaubte, dass sie Hohlräume der Cuticula auskleiden, in welchen die Papillen aufragen. Die Basalplatten hielt er einfach für die unterste, sich mit Karmin noch färbende Schicht der Cuticula. — Der Raum des kalkigen Stacheltheiles ist stets mit einer beträchtlichen Menge organischer Substanz erfüllt, welche sich mit Karmin nur sehr wenig färbt und dadurch der Cuticula oft sehr ähnlich sieht, so dass es leicht begreiflich ist, wenn van Bemmelen sie von der Cuticula nicht unterschieden hat. Diese Substanz unterscheidet sich aber dadurch von der strukturlosen Cuticula, dass sie eine aufstrebende feine Faserung erkennen lässt.

Auf Längsschnitten durch den Mantelrand, und zwar an jenen Stellen, wo die Schuppenstacheln parallel zu ihrer Basis durchschnitten waren, offenbarten die Chitinstücke, welche auf Querschnitten als aufrechte Leistchen erscheinen, eine ganz andere Form. Sie erschienen

alsdann an der proximalen Seite des rautenförmigen Stachelumrisses in Gestalt eines hellglänzenden Bogens, deren äußerer, scharf kontourirter Saum gegen beide Enden zu mit Zähnchen besetzt war, welche ein Ausdruck der Skulptur des Stachels sind, während ihr konkaver Innenrand wieder in jener eigenthümlichen Weise zerfasert zu sein schien (Fig. 53 *lp*). Durch die Kombination des Quer- und Längsschnittbildes der Schuppenstacheln ergiebt sich, dass der aufrecht gestellte chitinige Theil in Wirklichkeit eine schwach winkelig gebogene Platte darstellt, welche den kalkigen Stacheltheil an der proximalen Seite bekleidet. Wir wollen sie als Seitenplatte bezeichnen. Aus Fig. 53 ist auch die regelmäßige Anordnung der Schuppenstacheln sehr gut ersichtlich. Ferner zeigt sie, dass zu jedem Stachel drei Papillen gehören. Die an den umgebogenen Enden der Seitenplatte befindlichen zwei Papillen (Fig. 53 *ep*) stehen zum entwickelten Stachel in keiner näheren Beziehung und scheinen lediglich Cuticula abzusondern; die mittlere hingegen (*sp*), welche dem Winkel der Seitenplatte gerade gegenüber liegt, trägt den Stachel und enthält das Endkölbchen, dessen Scheibchen an einer Stelle innerhalb der Papille als kleiner Kreis erschien (Fig. 53 *ek*). Alle Papillen liegen in der Cuticula, welche die zwischen den einzelnen Stacheln frei gelassenen kleinen Lückenräume ausfüllt. Sie ist demnach auf der Rückenseite des Mantelrandes von Ch. siculus nur in verhältnismäßig geringer Menge vorhanden (Fig. 53 *c*).

Von der Entwicklung der Schuppenstacheln von Ch. siculus haben wir noch die späteren Stadien nachzutragen. Während ich die frühesten Stadien immer nahe dem Mantelsaume vorgefunden habe (Fig. 54 *js*), beobachtete ich die mittleren Stadien auf halber Höhe des Mantelrandes, von denen zwei auf Fig. 55 im Querschnitte dargestellt sind. Bei dem jüngeren Stachel ($e_1$) ist die aus hohen, sich stark mit Karmin färbenden Zellen bestehende Papille in Gestalt zweier Wülste aus einander gedrängt (*w*, *w*), und zwischen beiden liegt das Plattenepithel, wie es auch unterhalb der fertigen Stacheln zu finden ist. Bei *p* ist es zu einer kleinen Papille erhöht. Auf der geschrumpften organischen Substanz (*i*), welche nur einen Theil des Stachelraumes ausfüllt, liegt das zarte Stachelhäutchen. Von der chitinigen Basalplatte und der Seitenplatte ist hier noch keine Andeutung vorhanden. Im anderen älteren Stadium (Fig. 55 $e_2$) sind die Papillenwülste (*w' w'*) noch weiter von einander entfernt und das Plattenepithel zwischen ihnen hat noch mehr an Ausdehnung gewonnen. Die reichlich vorhandene organische Substanz (*i*) zeigte im Inneren eine Faserung und an der Oberfläche eine Verdichtung, wie sie ähnlich auch in ausgebildeten Stacheln zu beobachten ist. Die Seitenplatte ist in Bildung begriffen und ruht dem

proximalen Epithelwulst (*w'*) auf, von welchem sie zweifelsohne abgesondert wird. Die Basalplatte wird auch in diesem Stadium noch nicht angelegt; sie wird jedenfalls, entsprechend dem Chitinbecher, erst dann zur Entwicklung gelangen, wenn der dem Schafte entsprechende kalkige Theil seine volle Größe erreicht hat. Der distale Wulst (*w'*) liefert vielleicht die stacheltragende Papille, vom proximalen scheinen nach Vollendung der Seitenplatte nur an deren Enden Reste in Form der beiden stachellosen Papillen erhalten zu bleiben (Fig. 53 *ep*).

Die Bauchstacheln von Ch. siculus sind vollkommen gleich gebaut mit denen von Ch. laevis, so dass sie zusammen behandelt werden können. Wie bereits erwähnt wurde, besitzen sie die extremste Lagerung der Bauchstacheln, indem sie mit ihrer Längsseite dem Epithel angedrückt sind und ihre Spitze nach dem Mantelsaume zeigt. Sie sind in parallelen Reihen angeordnet, welche senkrecht auf den Mantelsaum gestellt sind, so dass sie auf Querschnitten durch die mittlere Körperregion des Thieres längs getroffen erscheinen (Fig. 61), in der vordersten und hintersten Region hingegen quer (Fig. 63). Wenn man eine Partie Bauchstacheln sammt der Cuticula abhebt, so dass sie noch in ihrer natürlichen Lagerung sich befinden, so zeigen sie von der Fläche betrachtet das Bild eines Ziegelmauerwerkes (Fig. 56). Die Stacheln einer Reihe stoßen mit ihren Schmalseiten, welche als Basis und Spitze zu deuten sind, hart an einander. Die Länge der Stacheln übertrifft die Breite etwa um das Fünffache. Der ungefärbte Schaft wird von dem stark entwickelten Stachelhäutchen umrahmt, welches an beiden Schmalseiten bedeutend verdickt ist (Fig. 56 *sh*). Bei mittlerer Einstellung bemerkt man eine deutliche Struktur des Schaftes, welche Ähnlichkeit mit jener an den riesigen Saumstacheln von Chitonellus hat. Zwischen größere dunklere Schichten, welche eine feine Längsfaserung erkennen lassen, sind schmale, sehr hell erscheinende Schichten eingeschaltet, welche dunkler umsäumt sind (Fig. 56).

Die Beziehung der Bauchstacheln zum Epithel kann man am besten aus Querschnitten der mittleren Körperregion entnehmen. An jener Schmalseite, welche proximal gelegen, also der Kiemenhöhle genähert ist, macht sich am verdickten Stachelhäutchen ein kleiner, fast horizontal gestellter Zapfen bemerkbar, vor dem das winzige Endkölbchen der stacheltragenden Papille liegt (Fig. 62 *z*, *ek*). Diese Schmalseite des verdickten Stachelhäutchens ist demnach als Chitinbecher zu betrachten. Die schräg aufsteigenden Papillen sind durch ihr helles Plasma ausgezeichnet, welches in Karmin nur sehr schwach sich färbt. Sie enthalten schmale Stützzellen in geringer Anzahl, denen längliche Kerne angehören, und runde Zellkerne, umgeben von

granulirtem Plasma, welche eigentlich drüsenähnlichen Zellen angehören, die jedoch in ihren Umrissen nur bei Ch. laevis an einigen Stellen vollkommen erhalten geblieben waren (Fig. 61 *dz*). An vielen Stellen sah ich zwei Stachelreihen über einander gelagert (Fig. 61), von denen dann die untere, direkt dem Epithel aufliegende, die jüngere, die davon entferntere die ältere Reihe war, deren Stachelhäutchen oftmals auch schon stark abgenutzt erschienen (Fig. 60 *vs*). Auf Querschnitten durch den vordersten und hintersten Mantelrand, wo die Bauchstacheln quer getroffen sind, zeigen sie eine ovale bis vierkantige Form (Fig. 63). In der wenig mächtigen Cuticula liegen sie je nach ihrem Alter höher oder tiefer. Das Stachelhäutchen derjenigen, welche am weitesten abgehoben sind, ist immer so weit abgenutzt als die sie umgebende Cuticula. Auch hier sind häufig zwei über einander liegende Stacheln sichtbar, welche zwei über einander gelagerten Reihen angehören.

Die jungen Bauchstacheln werden in Papillen erzeugt als kleine, eirunde Bläschen, an welche die Bildungszelle in schiefer Richtung sich ansetzt (Fig. 61 *bz*). Umgeben ist letztere wieder von den gestreckten, mit Karmin intensiv gefärbten Cylinderzellen. Ältere stacheltragende Papillen umschließen hier niemals junge Bauchstacheln, sondern die Papillen, in denen diese zur Anlage kommen, sind durchgehends Neubildungen. Es ist auch zu erwähnen, dass die Bauchstacheln ein und derselben Reihe nicht etwa in beliebiger Reihenfolge durch neue ersetzt werden; sondern jede Reihe bildet gleichsam ein organisches Ganze und wird successive vom Mantelsaume aus, wo die ältesten Stacheln einer Reihe stehen, gegen die Kiemenhöhle zu durch eine neue ersetzt. Jede frische Stachelreihe nimmt stets vom Mantelrande ihren Ausgang und schiebt sich unter eine ältere, schon etwas abgehobene Stachelreihe gegen die Kiemenhöhle zu darunter. Der jeweilig jüngste Stachel einer neu angelegten Reihe berührt schon sehr frühzeitig mit seiner Spitze den Becher des nächst vorangehenden Stachels derselben Reihe (Fig. 61 *js*). Während er nun an Größe stetig zunimmt, stützt er sich gleichsam am benachbarten Stachel und schiebt seine ins Mantelgewebe etwas eingesenkte Papille vor sich her, bis er seine definitive Größe erreicht hat. Alsdann differenziren sich die Inhaltszellen der Papille zum Theil und ihr Plasma hellt sich auf. Ein Theil der vom Karmin dunkel gefärbten Zellen jedoch bleibt erhalten und formirt eine neue Papille, in welcher der nächste junge Stachel angelegt wird (Fig. 61 *js*). Das Stachelhäutchen junger Stacheln färbt sich stark mit Karmin, bei älteren hingegen nur schwach oder fast gar nicht.

Die Saumstacheln. Unter den Saumstacheln von Ch. siculus sind drei Formen zu unterscheiden. Wenn man vom unentkalkten Thiere ein Stückchen Mantelsaum abschneidet und unter dem Mikroskope betrachtet, so fallen zunächst durch ihre große Zahl horizontal abstehende Saumstacheln auf. Sie stehen an der Spitze der einzelnen Bauchstachelreihen und bilden deren Abschluss nach außen hin. Dem Wesen nach sind sie nur als modificirte Bauchstacheln anzusprechen. Ihr Schaft ist ungefähr so lang wie der der Bauchstacheln und seitlich etwas zusammengedrückt, so dass er vom Rücken aus gesehen beträchtlich schmäler erscheint als in der Seitenansicht (Fig. 57). Er besitzt eine zarte oberflächliche Skulptur. Auf der Rückenseite sind vier Paare schwach gelblich glänzender, nur wenig erhabener Linien sichtbar, welche von der Mittellinie des Schaftes aus nach der Spitze zu divergiren; an der Spitze schiebt sich zwischen das vorderste Paar noch eine unpaare Linie ein (Fig. 57 *A*). Die Seitenansicht zeigt acht dergleichen Linien, welche in schräger Richtung von der Rückenseite nach der Spitze und Bauchseite des Schaftes zu verlaufen (Fig. 57 *B*). Außerdem besitzt der Schaft häufig noch eine schiefe Querringelung. In der Seitenansicht hebt sich am Stachel der Chitinbecher als ein gelber, glänzender Saum ab, welcher an der Bauchseite plötzlich mächtig beginnt, nach dem Rücken zu sich aber allmählich verschmälert und ins zarte Stachelhäutchen übergeht (Fig. 57 *b*). Da der Schaft dieser Saumstacheln ungefärbt und nicht allzu dick ist, so lässt er eine Struktur wahrnehmen. Bei mittlerer Einstellung grenzt sich ein heller centraler Theil von einem dunkleren Rande ab, welcher die feine Längsfaserung deutlicher erkennen lässt als der centrale Theil; an der Basis des Schaftes divergirt die Faserung etwas (Fig. 58). Bei Ch. siculus ist die Papille dieser Saumstacheln ganz ähnlich derjenigen der Bauchstacheln. Ein eigentlicher Zapfen ist am Chitinbecher nicht ausgebildet, sondern nur eine gelenkgrubenartige Vertiefung, vor welcher das vom hellen Plasmafaden getragene Endkölbchen sichtbar ist (Fig. 60 *I*, *b*). Ein Ring ist eben so wenig vorhanden wie bei den Bauchstacheln. Die Entwicklung dieser Stacheln bietet nichts Bemerkenswerthes dar. Die zwei übrigen Formen der Saumstacheln stehen etwas dorsal von der ersteren und sind stets mehr oder minder emporgerichtet. Die längeren davon sind sehr schmächtig und sind bei starker Lupenvergrößerung als feine Härchen am Mantelsaume wahrnehmbar (Fig. 1 *ss*). Unter dem Mikroskop betrachtet machen sie dadurch einen ganz merkwürdigen Eindruck, dass es hier nicht der Schaft, sondern vielmehr der Chitinbecher ist, welcher die Länge des Stachels bedingt, während der Schaft nur als Knöspchen an der Spitze des langen, gertenförmigen Bechers sichtbar ist (Fig. 59 *s*).

# The integument of chitons.

The following publication by J. Blumrich will in many details not only create interest but it will offer important connecting points in regard to some general questions. I want to point at some of them.

Separation of chitons from the gastropod group and the additionof Neomenia and Chaetoderma and as a consequence the opposition of amphineurids and conchiferids, form most significant progress in our knowledge of mollusks.For that and many other important results we have to thank H.V. Ihering and we must always aknowledge that he broke the way in regard to these questions, even if some of his opinions were bettered by further studies.The contrast between Amphineurids and Conchiferids wil be strengthened with present study. We find that certain characteristics of integument, like strong cuticular- and spine structures of pallial margin are characteristic for amphineurids and confirm even further their belonging together, whereas in conchiferids the same characteristics are absent. Spine structure is characteristic in such high degree that we label group of amphineurids with synonym like Aculifera and place them against conchiferids.Similarity in development of spines and forming of setae in annelids indicates a further, of course still hypothetical outlook;beautiful study by Reincke found in following work by Blumrich some desired confirmations and expendings.

If studiing the contrast between both parts of mollusks finds its confirmation, so finds also another question an explanation, - the relations between chitons and Neomenia and Chaetoderma, which however contradicts the prevailing opinions about this question.I am glad to see that in a shortly published note by excellent mollusk scientist Paul Pelseneer it came to the same results which we subsequently want to point out so that our observations could be considered as a confirmation of those by Pelseneer.

The integument of chitons shows on different parts of body a quite characteristic differentiation and this makes possible an exact comparisson of these regions also

with other forms. In chitons only pallial margin is supplied with characteristic cuticul: cuticular layer and spine structures on its dorsal and also on its ventral surface.This pallial margin is furnished with a specifal musculature. The observations of Chitonellus show that by smallest expansion of shell parts and of foot this pallial margin together with its musculature obtains relatively much bigger size. Presence of the same integument tissue (Texture) not only at pallial margin but also between succesive shell parts could point out to the thought that this characteristic integument formation was originally expended over the whole back surface, which in Chiton is supressed by shell parts thrust upon each other and is again noticeable in Chitonellus because of the reduction of shell parts. The forming of foot in Chitonellus in the posterior part of body is much more powerful. Anteriorly the foot gets to be considerably smaller; since the gills are absent in anterior part of body, pallial cavity (gill cavity) appears there only as a plain and only slightly expanded forrow with only an indication of foot and no gill formation.Also the forming of the head is to be rudimantary.

From these situations are derivable only those Neomenia which are characteristic by complete absence of foot and by restriction of gill cavity to posterior part, which seems to be here deposited as cloaca and continues anteriorly only in form of a ventral groove.In addition the involution of the abdominal groove in Chaetoderma is grown.( thatthe abdominal groove is recently denied by Hansen). Here it is only cloace with its gills as the remains of original pallial cavity.

In Neomenia as also in Chaetoderma the characteristic integument formation stretches over the whole circumference of the body and also body's musculature, which shows the conditions of a cuticolomuscular tube- is to a larger degree traced back to musculature of pallial margin.All these conditions are understandable if we procced with the comparisson from Chiton to Chitonellus, than Neomenia and finally Cheatoderma. The latter are considered, as mentioned, as involute or metamorphorized forms. To the reasons which already Pelseneer cited, the most important: in Chiton the even

gill formation and forming of the foot along the body in contrast to the gradually limited forming of these organs ( through retrogressive metamorphosis) in other species, I could add still an important argument.The lateral nerve fiber, pleural fiber, is placed in chitons directly along the gills very close to the integument of gill cavity. In other forms ( already in Chitonellus pl. 26, fig. 21n) it moves ever deeper into the interior of the body and at the same time together with it the accompanie gill artery and - vein. The formations seem to be finally completely beaten down (stratified) by powerful musculature. Not only in its structure but also in distincter relations to the gills it seems that original conditions should be considered in Chiton.

We agree also completely with Pelseneer's opinion, that among Amphineurids the Chitons are closer to the mutual phyllum than Chitonellus and Aplacophora (Neomenia and Chaetoderma), a conclusion, which is of greatest importance, if it is a questiob of further research about the derivation of the whole mollusk phyllum.

Da also diese Stacheln nur zum geringen Theile aus Kalk bestehen und der Hauptsache nach chitinig sind, so darf es nicht Wunder nehmen, wenn sie Säuren widerstehen, eine Erscheinung, welche schon Middendorff an manchen Stacheln gewisser Chitonen wahrgenommen hat. Auch nach dem Entkalken ragen daher diese Stacheln weit aus der Cuticula empor. Ihr Chitinbecher ist niemals vollkommen gerade, sondern immer etwas geschlängelt und scheint der Länge nach von einem sehr feinen Centralkanal durchbohrt zu sein (Fig. 59 *b*). Der Ring fehlt nie, ist kurz röhrenförmig, dünnwandig, und wird von etwa fünf bis sieben Theilstücken gebildet (Fig. 60 *r*). Er umschließt als eiförmige Kapsel den Zapfen des Bechers, das Endkölbchen und den oberen Theil des Plasmafadens. Die Scheibchen des Endkölbchens und des Zapfens, welche einander gegenüber gestellt sind, sind flach (Fig. 59, 60). Unmittelbar um das Endkölbchen legt sich noch eine engere, kleine Kapsel herum, die wahrscheinlich auch chitiniger Natur ist (Fig. 60 *ca*). Bei älteren langen Saumstacheln ragt häufig der Ring schon zum Theil aus der Cuticula heraus, ohne dass jedoch der Stachel ausgefallen wäre. Es muss demnach auch in der Höhlung des Ringes Cuticula vorhanden sein, welche das untere Ende des Chitinbechers umgiebt und so den Stachel am Ausfallen verhindert. Die Papillen dieser Saumstacheln haben die typische Form verloren; sie enthalten nur mehr längliche Zellkerne, welche in mehreren Lagen über einander liegen, und das zu ihnen gehörige Plasma zeigt eine Längsfaserung. Die Papillen sind ungemein tief ins Mantelgewebe eingesenkt, so dass eine größere Höhlung entsteht, in welcher die hohen Zellen der Papille sich eng an einander schließen und einen Gewebestrang bilden, welcher den Plasmafaden umhüllt (Fig. 60 *sp*). Sehr frühe Entwicklungsstadien dieser Stacheln habe ich in meinen Präparaten nicht auffinden können, da diese Saumstacheln überhaupt verhältnismäßig selten sind, indem einer auf fünf bis sechs horizontal abstehende kommt. Bei solchen Stacheln, deren Becher noch im Wachsthum begriffen und deren Endkölbchen also noch nicht ausgebildet war, war die Papille noch nicht so lang ausgezogen und ihre Zellen waren nur einschichtig angeordnet.

Die dritte und kleinste Form der Saumstacheln steht zur zweiten in naher Beziehung. Auswärts vor jedem langbecherigen Saumstachel ist nämlich ein Paar sehr kleiner, kurzbecheriger sichtbar (Fig. 59); doch kommen sie häufig auch selbständig und vereinzelt zwischen den langbecherigen vor. Ihrer Gestalt nach sind sie keulenförmig, indem ihr Schaft nahe an seinem oberen Ende die dickste Stelle aufzuweisen hat. Der durchsichtige Schaft ließ in seinem Inneren als Struktur eine feine Längsstreifung erkennen. Der Chitinbecher ist dünn und ver-

hältnismäßig lang zu nennen, erreicht aber den kurzen Schaft noch nicht ganz an Größe. Der Ring ist etwa so groß wie derjenige der langbecherigen Saumstacheln und eben so dünnwandig (Fig. 60 *II b*). Zwischen den Wandungen desselben und dem hellen Plasmafaden waren häufig zahlreiche feine plasmatische Fädchen ausgespannt. Die Papillen der kurzbecherigen Saumstacheln sind denen der langbecherigen ähnlich gestaltet und gleichfalls tief ins Mantelgewebe eingesenkt (Fig. 60 *sp*). Auch von diesen Stacheln habe ich die ersten Entwicklungsstadien nicht auffinden können.

### Die Stacheln von Chiton laevis.

Die Rückenstacheln sind, wie erwähnt, schuppenförmig. Im unentkalkten Zustande habe ich sie bei dieser Species eben so wenig wie die übrigen Stachelformen zu untersuchen Gelegenheit gehabt, dennoch konnte ich aus einzelnen Stellen der Präparate mit genügender Sicherheit feststellen, dass auch ihnen eine Oberflächenskulptur eigen ist, entsprechend jener der Schuppenstacheln von Ch. siculus, aber bei Weitem zarter. Fig. 64 stellt drei fertige Schuppenstacheln des rechten Mantelrandes von einem Querschnitte dar. Es ist die Cuticula in reichlicherer Menge zwischen ihnen vorhanden als bei dem verwandten Ch. siculus. Nur der mittlere der drei abgebildeten Stacheln ist central getroffen, so dass der Schnitt auch durch die stacheltragende Papille geht; die zwei anderen sind seitlich angeschnitten. Am Grunde der Stachelhöhlung ist die chitinige, stark glänzende Basalplatte sichtbar (*bp*). Ungefähr in der Mitte derselben befindet sich der kleine Zapfen mit seiner konkaven Gelenkfläche. Distal vom Zapfen ist die Mächtigkeit der Basalplatte eine geringere als proximal davon. Von den Enden derselben aus geht das Stachelhäutchen (*sh*), welches die Stachelhöhlung auskleidet. Die Seitenplatte, welche für die Schuppenstacheln von Ch. siculus so charakteristisch ist, kommt hier gänzlich in Wegfall. Die organische Substanz der entkalkten Stacheln war zu einer Masse zusammengeschrumpft, welche in einem schmalen Zuge von der Spitze bis auf die Basalplatte herabreichte, wo sie sich in zwei Äste gabelte (Fig. 64 *i*). Auf der Mitte des vordersten und hintersten Mantelrandes werden die Schuppenstacheln auf Querschnitten so getroffen, dass der Schnitt parallel zur längeren Diagonale der rautenförmigen Basalplatte hindurchgeht. Bei einem central getroffenen Stachel aus dieser Region besitzt alsdann die chitinige Basalplatte eine bedeutende Spannweite. Die Mitte derselben ist am dicksten und trägt den Zapfen (Fig. 65 *z*), welcher das Endkölbchen überwölbt. Die organische Substanz war

hier in der Stachelhöhlung in Form dreier zusammenhängender Bogenstücke erhalten.

Die stacheltragende Papille (*sp*) der Schuppenstacheln war hier stets durch ihr helles, durch Karmin nur ganz schwach tingirtes Plasma ausgezeichnet. Diese Papillen enthalten gleich den entsprechenden von Ch. siculus stets zweierlei Zellkerne. Die länglichen gehören fadenförmigen Stützzellen an, die rundlichen, welche weit zahlreicher sind, gehören drüsenähnlichen Zellen an, deren Inhalt jedoch wahrscheinlich durch die Konservirung zerstört war. Auch niedrige stachellose Papillen (*ep*) sind zwischen den einzelnen Schuppenstacheln vorhanden, deren Plasma sich stärker mit Karmin färbt und welche den stachellosen der Rückenseite des Mantelrandes von Ch. siculus entsprechen.

Die Entwicklung der Schuppenstacheln von Ch. laevis (Fig. 66 u. 67) erfolgt in der früher angegebenen typischen Weise ohne besondere Bildungszelle und ist im Vergleiche zu jener von Ch. siculus dadurch vereinfacht, dass die Seitenplatte vollständig fehlt. Die Basalplatte gelangt auch hier erst dann zur Ausbildung, wenn der dem Schafte der Cylinderstacheln entsprechende kalkige Theil völlig ausgewachsen erscheint.

Eben so wie bei Ch. siculus sind auch bei Ch. laevis drei verschiedene Formen von Saumstacheln zu unterscheiden. Die horizontal gestellten stehen wieder an der Spitze der Bauchstachelreihen. Ihr Schaft ist nicht allzu lang, aber stark entwickelt, wie ich gelegentlich aus den Höhlungen erkennen konnte, die sie nach dem Entkalken in der Cuticula zurückgelassen hatten (Fig. 68 *I*). Der Chitinbecher ist mäßig entwickelt und läuft in einen ziemlich langen, konisch zugespitzten Zapfen aus, vor dem das winzige Endkölbchen gelegen ist. In jüngeren Stacheln war die organische Substanz zu unregelmäßigen Stücken zusammengeballt und färbte sich eben so wie der Chitinbecher stark mit Karmin (Fig. 68 *i*). Die Entwicklung verläuft in der für Cylinderstacheln typischen Weise (Fig. 68 *bz*).

Unstreitig den komplicirtesten Bau besitzen die langbecherigen, emporgerichteten Saumstacheln von Ch. laevis. Der Becher ist von einem Centralkanal durchsetzt, welcher am Zapfen durch ein ebenes Scheibchen verschlossen wird, übrigens aber weit kürzer und stärker ist als ein gleichwerthiger Becher von Ch. siculus (Fig. 69 *b*). Für die Größe des Schaftes habe ich in den Präparaten keine Anhaltspunkte mehr gefunden, doch wird man nicht fehl gehen, wenn man annimmt, dass er bedeutend größer ist als der entsprechende bei Ch. siculus, da die Becherhöhlung schon bedeutend weiter ist als dort. Der Ring ist sehr mächtig angelegt, lang röhrenförmig und dickwandig. Am unteren

Ende sah seine Wandung auf den Schnitten oft wie zerspalten aus, was wohl ein Ausdruck seiner Zusammensetzung aus einzelnen Theilen war (Fig. 69 *r*). Das nur wenig konkav eingedrückte Scheibchen des Endkölbchens ist eine ziemliche Strecke unterhalb des Zapfens in der Lichtung einer glänzenden Kapsel (*ca*) wahrnehmbar, welche im optischen Durchschnitte zangenartig erscheint. Diese fasst ein unter dem Zapfen gelegenes Scheibchen zwischen sich, gegen die Papille zu schmiegt sie sich innig an den Plasmafaden an. Dem dunklen, centralen Theile des Endkölbchens anderer Stacheln entspricht hier wohl das dunkel erscheinende, schüsselförmig vertiefte Plättchen unterhalb des Endkölbchens, welches an der weitesten Stelle der Kapsel zwischen deren Wandungen eingeklemmt ist. An seine Mitte tritt der Plasmafaden heran, welcher es anscheinend durchbohrt und zum Endkölbchen vordringt (Fig. 69 *f*). Diesem komplicirten Apparate in der Höhlung des Ringes entspricht bei Ch. siculus nur jene einfache kleine Kapsel, welche das Endkölbchen der langbecherigen Saumstacheln umschließt. Bei dieser Form der Saumstacheln von Ch. laevis ragt der Chitinring auch oft zum Theil aus der Cuticula heraus. Die zugehörige Papille gleicht in ihrem Baue ganz der entsprechenden von Ch. siculus. Auch bei diesen Stacheln, welche im Großen und Ganzen nicht allzu häufig sind, habe ich sehr frühe Bildungsstadien nicht auffinden können. Ein älteres Entwicklungsstadium ist in Fig. 70 gezeichnet. Der durchbohrte Becher (*b*) hat seine Vollendung erreicht, der Ring (*r*) und das Endkölbchen werden soeben angelegt; der Kern der Bildungszelle war noch sichtbar. Auf welche Weise der das Endkölbchen umschließende komplicirte Apparat zu Stande kommt, hatte ich nicht Gelegenheit zu beobachten.

Auch bei Ch. laevis scheint die kleine, kurzbecherige dritte Form der Saumstacheln zur langbecherigen ähnlich wie bei Ch. siculus in einer innigen Beziehung zu stehen. Der Chitinbecher ist nur schwach entwickelt und der Zapfen gut abgesetzt (Fig. 69 und 70). Wie ich aus den vom entkalkten Schafte herrührenden Höhlungen in der Cuticula entnehmen konnte, besitzt er nur eine geringe Größe (Fig. 69 *II*). Ein Ring ist hier eben so wenig vorhanden wie bei der ersten, horizontal abstehenden Form der Saumstacheln.

Sehr häufig kann man beobachten, dass am Mantelsaume mit einem lang ausgezogenen, vielzelligen epithelialen Gewebestrange sogar vier Chitinbecher in Verbindung stehen, von denen alsdann der größte einem horizontalen, die zwei kleinsten aber kurzbecherigen Saumstacheln angehören, während der vierte sofort als einem Bauchstachel zugehörig erkannt wird (Fig. 70 *sp*). Merkwürdig ist, dass die zu den einzelnen Bechern hinführenden Plasmafäden nach ihrem Austritte aus

dem Gewebestrange in je ein ellipsoidisches Bläschen (*o*) eintreten, welches sie seiner Längsachse nach durchziehen. Im Inneren dieser Bläschen war ein zartes Plasmanetz ausgespannt, in welchem oftmals ein bis zwei ovale Zellkerne aufgehängt waren. Das Endkölbchen lag stets noch innerhalb der rings von Cuticula umgebenen Bläschen (Fig. 70 *ek*). Den Gewebestrang, welcher die Plasmafäden mehrerer Stacheln umschließt, halte ich für eine Verschmelzung mehrerer Papillen und die Bläschen für Reste der ehemals von einander getrennten Papillen, welche analog den gestielten Bläschen von Ch. Polii und Acanthochiton abgeschnürt und zugleich mit dem Endkölbchen allmählich in die oberen Schichten der Cuticula emporgehoben worden sind.

### Beziehungen zwischen den Schalen und Stacheln.

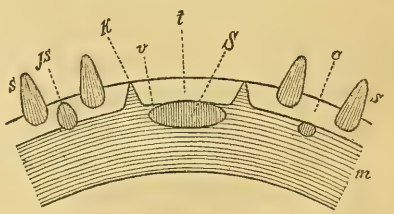
Bei den Chitoniden kommen zwei Arten von Cuticularbildungen vor, von denen die einen durch ihren großen Gehalt an Kalksalzen ausgezeichnet sind und nur wenig organische Substanz enthalten, während die anderen der Hauptsache nach aus organischer Substanz bestehen, die nur wenig mit Kalksalzen imprägnirt ist. Die erstere Art der Cuticularbildungen umfasst die untere Schicht der Schalen, das sogenannte Articulamentum, und die verschiedenen Stachelformen; sie charakterisiren sich dadurch, dass sie aus zarten Kalksäulchen schichtenweise aufgebaut sind, nach deren Auflösung durch Säuren nur eine geringe Menge organischer Substanz zurückbleibt, welche ursprünglich gleichmäßig zwischen den einzelnen Kalksäulchen ausgebreitet sein mag. Die Zusammensetzung des kalkigen Stacheltheiles (des Schaftes) aus Säulchen tritt namentlich dann sehr deutlich hervor, wenn eine verdünnte Säure einige Zeit auf ihn eingewirkt hat. Die chitinigen Theile, der Becher und Ring, welche wesentliche Bestandtheile der völlig entwickelten Stacheln ausmachen, fehlen noch allen jenen Entwicklungsstadien der Cylinderstacheln sowohl wie der Schuppenstacheln, deren kalkiger Theil (Schaft) noch im Wachsthume begriffen ist. Entsprechende Chitingebilde fehlen jedoch auch den Schalen, denen stets ein ununterbrochenes Wachsthum eigen ist. Ferner haben die jungen schuppenförmigen Stacheln mit den Schalen das gemeinsam, dass ihnen keine eigens gestaltete Bildungszelle zukommt und sie einem platten Epithel aufruhen, welches die Einsenkung des Mantelgewebes auskleidet, in der sie gelegen sind. Es besteht demnach eine große Analogie zwischen den Schalen und den noch unvollendeten Schuppenstacheln, welche wohl auf eine Verwandtschaft beider hindeutet.

Als Cuticularbildungen der zweiten Art sind die oberste Schalenschicht (das Tegmentum) und die den Mantelrand bedeckende Cuticula

κατ' ἐξοχήν zu bezeichnen. In Bezug auf innere Beschaffenheit stimmen sie mit einander überein. Sie bestehen vorzugsweise aus einer organischen, chitinösen Substanz, welche starr und durchsichtig ist und nur sehr wenig Kalksalze enthält, was der Grund dafür ist, dass sie bei der Behandlung mit Säuren nur im geringen Maße zusammenschrumpft. Von VAN BEMMELEN und MOSELEY sind desshalb beide mit Recht als gleichwerthige Bildungen hingestellt worden, nur beging der Erstere den Fehler, dass er die Schuppenstacheln bei Chiton siculus von der sie umgebenden Cuticula nicht aus einander hielt. In Anbetracht dessen, dass kein principieller Unterschied zwischen Cuticula und Tegmentum besteht und letzteres eigentlich nichts Anderes ist als dem Articulamentum direkt aufgelagerte Cuticula, kann man sagen, dass der gesammte Mantel der Chitonen von einem Cuticulapanzer bedeckt ist, in welchem außer im Bereiche der Schale noch kalkreiche Cuticulargebilde, die Stacheln, stecken.

Die Schalen der Chitonen setzen sich also aus zwei ganz verschiedenartigen Theilen zusammen. Durch die Untersuchungen von GRAY, insbesondere aber von MARSHALL und VAN BEMMELEN ist nun dargethan worden, dass das Articulamentum allein den Schalen der Gastropoden, welche den Chitonen nahe stehen, homolog sei und demnach die eigentliche Schale repräsentire, während das Tegmentum eine Besonderheit der Chitonschale darstellt. Da die Cuticula in einer so mächtigen Schicht den ganzen Mantel der Chitonen bedeckt und die eigentliche Schale derselben, das Articulamentum, niemals aus dem Mantelgewebe frei hervorragt, ohne einen Cuticulaüberzug zu erhalten, so deutet dies unzweifelhaft darauf hin, dass die Cuticula die ursprüngliche, phyletisch ältere schützende Körperhülle darstellt. Die Stammformen der Chitoniden mögen daher Mollusken gewesen sein, welche gar keine Schalen besaßen und deren schützende Körperbedeckung (wie bei Chaetoderma, Neomenia und Proneomenia) lediglich von der starren Cuticula gebildet wurde, aus welcher zahlreiche Stacheln hervorstanden. Von diesen schalenlosen, in einen Stachelpanzer gehüllten Mollusken haben sich Formen abgezweigt, bei denen kleine Schalenstücke im Rückentheile des Mantels zur Entwicklung gelangten, welche jedoch nicht an einander stießen, sondern durch größere Partien stachelführender Cuticula von einander getrennt waren, ein Verhalten, welches namentlich zwischen den hinteren Schalen von Chitonellus noch jetzt beobachtet werden kann. Erst in weiterer Linie haben sich davon endlich die echten Chitonen abgegliedert, deren einzelne Schalen unmittelbar an einander stoßen, so dass zwischen ihnen für die stacheltragende Cuticula kein Raum mehr bleibt. Die große Ähnlichkeit nun,

welche zwischen den eigentlichen Schalen (dem Articulamentum) und gewissen, noch unvollständig ausgebildeten Stacheln der Chitonen herrscht, legt die Vermuthung nahe, dass die Schalen ihrer Entstehung nach von Stacheln abzuleiten sind, wie dies auch Gegenbaur bereits in seinem »Grundrisse der vergleichenden Anatomie, 1878« angenommen hat. Es werden sonach von den stacheltragenden, aber schalenlosen Chitoniden solche ihren Ursprung abgeleitet haben, bei denen auf der Mittellinie des Rückens eine gewisse Zahl größerer Stacheln zur Anlage kam, welche durch den Mangel einer besonderen Bildungszelle ausgezeichnet waren und nicht wie die anderen Stacheln in die Höhe wuchsen, sondern mehr flächenhaft in einer Einsenkung des Mantelgewebes sich ausbreiteten. Und es ist leicht einzusehen, dass bei einem unbegrenzten Wachsthum aus solchen Stacheln Gebilde hervorgehen mussten, welche dem Articulamentum gleichkommen. Weiterhin sind zwei Wege denkbar, auf welchen diese jungen Schalen einen Cuticulaüberzug erhielten, der als Tegmentum einen integrirenden Bestandtheil der meisten Chitonschalen bildet. Die erste Möglichkeit ist die, dass die flachen jungen Schalen schon sehr frühzeitig mit einem Theile ihrer Oberseite mit der darüber liegenden Cuticula in Verbindung traten, welche dadurch zum Tegmentum wurde (vgl. beistehende Figur, *S*, *t*). Der Rand der jungen Schale blieb von Mantelgewebe bedeckt, welches der Lage nach unserem gesimsartigen Mantelvorsprunge zu vergleichen ist (*v*). Sehr bald mag in dessen Nähe auch jene Falte des Mantelgewebes sich aufgestaucht haben, die wir als Mantelkante (*k*) unterschieden haben. Sie entspricht vielleicht den hoch aufgeworfenen, weit aus einander gedrängten Theilen der Papille, wie sie beispielsweise bei der Entwicklung der Schuppenstacheln von Ch. siculus beobachtet werden können. Wenn nun die oberflächlich gelagerte junge Schale in Folge ihres Flächenwachsthums das Mantelgewebe immer weiter aus einander schiebt, kommt sie mit immer neuen Theilen der Cuticula in Berührung, es wird also mit dem Articulamentum zugleich auch das Tegmentum stets größer und größer. Diese Art und Weise der ersten Entstehung des Tegmentums könnte man als die primäre bezeichnen. Die Auflagerung des Tegmentums auf das Articulamentum kann jedoch auch auf sekundärem Wege erfolgt sein. Stellt man sich vor, dass die




Schematische Darstellung der Tegmentalbildung. *t*, Tegmentum; *c*, Cuticula; *S*, Schale; *m*, Mantelgewebe; *v*, gesimsartiger Vorsprung; *k*, Mantelkante; *s*, Stachel; *js*, junger Stachel.

Einstülpungen, in welchen die jungen Schalen liegen, sich abgeschnürt haben und die Schalen innerhalb des Mantelgewebes heranwachsen, so treten Verhältnisse ein, wie wir sie bei Cryptochiton Stelleri antreffen, dessen Schalen aus dem Articulamentum allein sich zusammensetzen. Reincke (l. c.) ist nun der Ansicht, dass von den tegmentlosen Schalen, wie sie bei Cryptochiton vorkommen, die mit einem Tegmentum ausgestatteten Schalen der übrigen Chitonen abzuleiten seien, indem er sagt: »Die Schalen von Cryptochiton Stelleri Midd. liegen vollständig im Mantel, die Schalen der Chitonellen oft bis auf minimale Stückchen, und wenn die umschlossenen Theile auch immer nur aus dem Articulamentum bestehen und das Tegmentum und die Epidermis (Periostracum) nur von den am Rande liegenden Epithelien gebildet werden können, wie sollen denn diese beiden letzteren Theile anders entstanden sein, als dass der Mantel ursprünglich geschlossen war und von je einem mittleren Punkte über der jungen Schale aus einander wich, wobei sein Epithel immer neue Stücke des Tegmentums und der Epidermis abschied?« Auch bei dieser Entstehungsweise des Tegmentums durch Spaltung des die Schale völlig überdeckenden Mantelgewebes konnte sich leicht eine Mantelkante bilden, deren Epithel alsdann die Abscheidung der Tegmentalsubstanz übernahm. Nach der zweiten Auffassung würde uns in Cryptochiton eine Stammform der Placophoren erhalten geblieben sein, nach der ersteren hingegen ist der Zustand der Schalen bei Cryptochiton als ein sekundärer zu betrachten. Bei jenen Chitoniden, deren Tegmentum beträchtlich kleiner ist als das Articulamentum, mag wohl auch ontogenetisch das erstere sekundär mit dem letzteren in Verbindung treten, bei jenen echten Chitonen aber, wo beide Schalenschichten beinahe von gleicher Größe sind, geht vielleicht die Auflagerung des Tegmentums in primärer Weise vor sich, da alsdann beide Schalenschichten von Anfang an ziemlich gleich groß sein werden und bei gleichmäßigem Wachsthum auch später an Größe mit einander übereinstimmen müssen.

Wie das Epithel des Mantelrandes überhaupt, so zeigt auch das die Mantelkante überkleidende eine ausgesprochene Tendenz zur Papillenbildung. Die daselbst angelegten Papillen ruhen anfänglich direkt auf dem Gewebe, ihre Zellen differenziren sich in drüsenähnliche und fadenförmige Zellen, so dass sie in ihrem Baue eine große Ähnlichkeit mit gewissen stacheltragenden Papillen des Mantelrandes gewinnen. Diese im Bereiche des Tegmentums gelegenen Papillen, die Ästheten, werden von der starren Tegmentalsubstanz festgehalten und bleiben mit dem zurückweichenden Mantelgewebe durch eine stielartige Verlängerung ihres Basaltheiles, die Faserstränge, in Verbindung, wodurch

sie eine von den übrigen Epithelpapillen stark abweichende Gestalt erlangen. Schon VAN BEMMELEN, welcher zuerst die Ästheten, seine »Tegmentalpapillen«, mit den stacheltragenden Papillen des Mantelrandes verglich, suchte nach einem Äquivalent für die Chitinkappen der Ästheten und fand dies in den Chitinbechern der Stacheln. Es muss allerdings zugegeben werden, dass namentlich zwischen der Scheitelkappe und den Chitinbechern gewisser Cylinderstacheln (Fig. 10 *sk* und 47 *b*) eine Ähnlichkeit herrscht, welche aber mehr zufälliger Natur ist; denn sie tritt erst hervor, wenn man die normal gestellten Scheitelkappen mit den Chitinbechern in umgewendeter Stellung zum Vergleiche bringt. Die Kappen der Mikrästheten lassen sich jedoch viel richtiger mit einem anderen wichtigen Theile des Stachels homologisiren, nämlich mit dem Endkölbchen, beziehungsweise mit dessen Scheibchen. Besonders in die Augen springend ist die Übereinstimmung der von Chitinkäppchen umhüllten Anschwellung der Mikrästheten mit den Endkölbchen kleinerer Stacheln, deren Scheibchen kaum konkav eingebogen ist (vgl. Fig. 29 *ek* und 9 *mk*). Von Bedeutung ist auch der Umstand, dass häufig an der Ausgangsstelle der hellen Faser von der Papille, welcher das Endkölbchen angehört, ein Zellkern sich vorfindet, wie er ähnlich am Ursprunge der Mikrästheten vom Ästhetenkörper beobachtet wird. Ursprünglich mögen auch die Chitinkappen thatsächlich als Endkölbchen im Tegmentum zu Stacheln in Beziehung gestanden haben, welche aber allmählich in Wegfall gekommen sind, worauf dann die Endkölbchen und ihre Scheibchen eine zweckmäßige Umgestaltung erfahren haben. Eine Abänderung der Mikrästheten stellt die Scheitelkappe dar, die weitgehendste Modifikation derselben jedoch ist in dem lichtbrechenden Apparate der Augen tropischer Chitonen gegeben. Da die stacheltragenden Papillen des Mantelrandes nur je ein, zu einem fertigen Stachel gehöriges Endkölbchen besitzen, so möchte ich in jenen Ästheten, welche wie alle bei jener Chitonellusspecies und eine große Zahl bei Acanthochiton nur eine einzelne Chitinkappe tragen, den ursprünglichen Zustand erblicken und die Vermehrung der Mikrästheten, wie sie sonst an den Ästheten regelmäßig in Erscheinung tritt, als einen sekundären, später aufgetretenen Zustand auffassen.

So hätten wir denn morphologisch die Schalen zusammt dem im Tegmentum enthaltenen Gewebe sowie die Chitinkappen auf die entsprechenden Gebilde des Mantelrandes als Grundformen zurückgeführt. Zum Schlusse mag noch darauf hingewiesen werden, dass der in den stacheltragenden Papillen zum Endkölbchen aufsteigende Plasmafaden den hellen Fasern zu vergleichen ist, welche in den Fasersträngen und Ästheten vorhanden sind. Demnach werden auch die Plasmafäden als

Sinneszellen zu deuten sein, und die stacheltragenden Papillen repräsentiren eine Art Tastorgane, denen die Stacheln den Reiz übermitteln, wozu sie durch ihre exponirte Lage besonders geeignet sind. Die Ästheten, welche sich morphologisch von den stacheltragenden Papillen herleiten, haben vielleicht auch die physiologische Funktion derselben beibehalten oder nur in einem gewissen Sinne modificirt.

### III. Das Epithel der Kiemenhöhle, das Geruchsorgan und das Epithel des Fufses.

Das Epithel der Kiemenhöhle von Ch. siculus, Ch. Polii und Acanthochiton fascicularis zeigt einen zweifachen Charakter, stellenweise ist es drüsenarm und stellenweise ist es reich an Drüsenzellen. Das drüsenarme Epithel besteht aus kubischen Zellen, deren Plasma mit Karmin sich gut färbt, und zwischen denen nur sehr spärliche kleine Drüsenzellen eingestreut sind. Die Intercellularlücken, welche für die äußeren ektodermalen Epithelien der Chitonen charakteristisch sind, fehlen auch hier nicht (Fig. 71). Der cuticulare Saum am freien Ende der Zellen war gestrichelt. Dieses niedrige kubische Epithel fand sich bei den erwähnten Arten an der Wandung des Mantelrandes und an der oberen Leibeswand in der Kiemenhöhle vor. Es geht allmählich in die andere Epithelform über, welche etwa doppelt so hoch wird und namentlich die Fuß- und Leibeswand der Kiemenhöhle überkleidet. In diesem Epithel treten Stützzellen und Drüsenzellen in ziemlich gleicher Anzahl auf (Fig. 72). In den ovalen Drüsenzellen nahm ich nur Spuren eines granulirten, von Karmin sehr schwach gefärbten Inhaltes wahr. Ihre Kerne sind meist platt, seltener rund, und liegen am Zellengrunde. Die Stützzellen, welche zwischen den ausgebauchten Drüsenzellen stehen, besitzen eine sanduhrförmige Gestalt. Ihr Plasma ist gekörnelt und färbt sich gut mit Karmin. Die Zellkerne sind länglich, liegen in halber Höhe der Zellen und lassen eine deutliche Kernstruktur erkennen. Auch an diesem Epithel war ein gestrichelter Saum sichtbar. Sowohl am kubischen wie am drüsenreichen Epithel der Kiemenhöhle nahm ich häufig Reste von Flimmerhaaren wahr, insbesondere in gelegentlichen Falten des Epithels, wo die Flimmerhaare durch die Konservirung nicht zerstört, sondern gut erhalten waren. Es scheinen demnach die Wandungen der Kiemenhöhle eben so wie die Kiemen selbst über und über mit einem Flimmerepithel bedeckt zu sein. Das Gewebe unterhalb des drüsenreichen Epithels an der Fuß- und Leibeswand war schwammig maschig.

Außer diesen beiden Epithelformen bemerkte ich in der Kiemenhöhle von Ch. laevis an gewissen Stellen ein ungemein hohes Epithel,

welches zuerst B. Haller beobachtet und ausführlicher beschrieben hat (»Die Organisation der Chitonen der Adria, II« in den »Arbeiten aus dem zool. Inst. Wien«, 1884). Auf Querschnittspräparaten erkannte ich deutlich, dass dieses hohe Epithel aus zweierlei Zellen sich zusammensetzt. Es sind sehr große Drüsenzellen vorhanden mit rundlichen oder abgeplatteten Kernen am Grunde (Fig. 73); der Inhalt dieser Zellen war in meinen Präparaten nicht allzu reichlich, ziemlich grob gekörnt und meist der Zellwandung angelagert. Mit Karmin hatte er sich nur sehr schwach gefärbt. In regelmäßiger Weise wechseln mit den Drüsenzellen sehr dünne, fadenförmige Zellen ab (Fig. 73 *fz*), in deren etwas verbreitertem oberen Ende lange, geschwänzte Zellkerne liegen. Die freien Enden der dünnen Zellen gehen in einen gestrichelten Saum über, welcher sich bogenförmig über die einzelnen Drüsenzellen wölbt und an der Außenseite mit einer feinen Krümelung bedeckt war, welche ich für Reste der im frischen Zustande daselbst vorhandenen Flimmerhaare halten möchte. Die oberen Enden der Fadenzellen färbten sich mit Karmin hell rosa. B. Haller hat dieses hohe Epithel so aufgefasst, als ob es der Zahl nach hauptsächlich aus Drüsenzellen aufgebaut wäre, zwischen denen nur spärliche indifferente fadenförmige Zellen vorhanden seien. Nach meinen sehr klaren Präparaten zu schließen ist dies jedoch nicht richtig; die Fadenzellen sind vielmehr thatsächlich bei Weitem zahlreicher vertreten als B. Haller angenommen hat. Denn in den Querschnitten von Ch. laevis sah ich stets zwischen je zwei Drüsenzellen den Kern einer Fadenzelle, häufig jedoch deren zwei hinter einander. Wie zahlreich die dünnen, zwischen die Drüsenzellen eingestreuten Fadenzellen eigentlich seien, erkannte ich aus jenen Stellen, wo ein Theil des hohen Epithels ungefähr im oberen Viertel quer getroffen erschien. Die Fadenzellen bildeten in dieser Ansicht ein zusammenhängendes Netzwerk, in dessen Maschen je eine Drüsenzelle stand (Fig. 74). Durch die hohen und breiten Drüsenzellen gewinnen diese Epithelien auf Querschnitten ein krausenähnliches Aussehen. Einen davon abweichenden, fremdartigen Anblick gewähren sie bei Ch. laevis nur an vier Stellen, welche eine ganz bestimmte Lage haben, nämlich unterhalb des Kiemeneingeweidenervenstranges vor dem vordersten und in der Gegend des letzten Kiemenpaares. Die Fadenzellen stehen hier sehr dicht beisammen, so dass die Drüsenzellen dazwischen nur sehr wenig Raum gewinnen. Die Kerne der Fadenzellen sind hier auch anders geformt als sonst; sie sind etwas kürzer aber bedeutend stärker, wodurch sie eine keulenförmige Gestalt annehmen. Diese modificirten Fadenzellen sind zu einem runden, in die Kiemenhöhle vorspringenden Wulste oder Höcker angeordnet, an welchem der

gestrichelte Saum besonders stark ausgebildet ist. Zwischen diesem Saume und den keuligen, in einen Bogen gestellten Kernen der Fadenzellen war eine dünne Schicht gelbglänzender Körnchen sichtbar.

Nachdem wir die beiden Formen des hohen Epithels in der Kiemenhöhle bei Chiton laevis kennen gelernt haben, wollen wir seine Ausbreitung daselbst noch etwas genauer in Berücksichtigung ziehen. Es zerfällt in zwei gesonderte Züge, welche, wie schon B. Haller hervorgehoben hat, durch ein niedriges kubisches Epithel von einander getrennt sind. Der eine der beiden Züge oder Krausen hat seinen Sitz an der Leibeswand, wir wollen ihn daher den parietalen Zug oder die parietale Krause nennen, während der andere unterhalb des Kiemeneingeweidenervenstranges gelegen ist; dieser mag als der paraneurale Zug bezeichnet werden. Der parietale Zug nimmt dadurch eine noch mehr exponirte Lage ein, dass er auf einer etwas vorspringenden Gewebsleiste der Leibeswand aufruht (Fig. 20 *lg*), welche ein sehr lockeres Gefüge zeigt. Er beginnt in der Region des vordersten Kiemenpaares und erstreckt sich als ein Streifen von durchwegs gleicher Breite noch ein wenig über die Gegend der letzten Kieme hinaus. Unterhalb der parietalen Krause bemerkte ich an der Fußwandung stets noch ein niedriges Flimmerepithel, welches viele Drüsenzellen enthielt und dem in Fig. 72 dargestellten gleich kam. Dieses niedrige Flimmerepithel reicht auch an der Fußwandung von Chiton siculus und Ch. Polii, denen eine parietale Krause gänzlich fehlt, sehr weit hinab. Da nun die parietale Krause bei Ch. laevis kaum bis zur Hälfte der Fuß- und Leibeswand herabreicht, so widersprechen meine Befunde der Angabe B. Haller's, dass das hohe Epithel nach unten aufhöre, wo das Flimmerepithel anderer Chitonen seinen Abschluss finde.

Der paraneurale Zug nimmt seinen Anfang schon eine ziemliche Strecke vor dem ersten Kiemenpaare als ein aus hohen, gehäuften Fadenzellen bestehender Wulst. Von der ersten Kieme an verliert dieser Zug seine Wulstform und nimmt die charakteristische Gestalt einer Krause an (Fig. 20 *ng*, 75 *eg*). An den Kiemen engt sich die Krause stets bedeutend ein und setzt sich eine kurze Strecke weit auf die Innenseite derselben fort (Fig. 75 *eg*); in der Zwischenkiemenregion hingegen wird sie breiter und reicht von der inneren Kiemenarterie bis zur auswärtigen Kiemenvene hinan (Fig. 20 *ng*). In der Gegend der zwei hintersten Kiemenpaare, welche sehr klein sind und an der Mantelwand etwas abwärts gerückt erscheinen, gewinnt der paraneurale Zug seine größte Ausbreitung (Fig. 76). Medianwärts vom Nervenstrange liegt ein isolirter Theil der Krause im obersten Winkel der Kiemenhöhle, lateral davon befindet sich der Hauptzug. Von diesem

ist hier der unmittelbar unter dem Nervensystem gelegene Theil zu einem Wulste umgestaltet, welcher bei der vorletzten Kieme beginnt und noch hinter die letzte Kieme sich fortsetzt. Dort, wo die parietale Krause ihr hinteres Ende erreicht, geht der paraneurale Wulst in eine schmale einfache Krause über, welche nach hinten so weit verfolgt werden kann als der Centralnervenstrang. Hervorzuheben ist noch, dass das hohe, krausenartige Epithel sogar die Kiemenplättchen überkleidet, namentlich gilt dies von den kleinen zwei hintersten Kiemen jederseits (Fig. 76 *pg*).

Ähnliche Verhältnisse wie bei Ch. laevis wiederholen sich auch in der Kiemenhöhle von Ch. cajetanus. Auch hier sind je zwei Züge eines enorm hohen Epithels vorhanden, welche ihrer Lage nach mit denjenigen der ersten Species übereinstimmen. Man kann also auch hier eine parietale und eine paraneurale Krause unterscheiden. Die Zellelemente dieser Epithelien sind dieselben wie früher, ihre Höhe beträgt jedoch ungefähr das Doppelte von derjenigen der Epithelkrausen bei Ch. laevis. Aber auch in Bezug auf ihre Ausbreitung übertreffen die Epithelkrausen von Ch. cajetanus diejenigen von Ch. laevis. Während sie bei letzterem nach vorn nur so weit reichen als die Kiemen, nämlich bis etwas über die Körpermitte, sind sie bei Ch. cajetanus schon sehr weit vor den Kiemen anzutreffen, welche hier ebenfalls nur auf die hintere Körperhälfte beschränkt sind. Die parietale Krause beginnt an der Fußwand viel weiter unten als bei Ch. laevis und erstreckt sich nach aufwärts bis zur paraneuralen Krause hin, in welche sie jedoch nicht unmittelbar übergeht, sondern von ihr ebenfalls durch eine Strecke niedrigen kubischen Epithels getrennt wird. Die außerordentlich hohen Drüsenzellen enthielten runde, grundständige Zellkerne und einen nicht allzu reichlichen, feinkörneligen Inhalt, der sich in Karmin kaum gefärbt hatte. Die sehr dünnen Zellkerne der Fadenzellen waren zum Theil in mittlerer Höhe, zum Theil am freien Ende derselben sichtbar. Der cuticulare Saum war schwach entwickelt und wölbte sich eben so wie bei Ch. laevis bogenförmig über die Drüsenzellen; ob er eine Strichelung zeigt, vermag ich nicht anzugeben, da die Präparate etwas zu dick geschnitten waren. Das Gewebe unterhalb der parietalen Krause ist wie dasjenige des Fußes und der Leibeswand bei Ch. cajetanus überhaupt außerordentlich locker und die großen, zahlreichen Lücken sind zum Theil mit Blut erfüllt. Zwischen die Zellen der parietalen Krause war in meinen Präparaten geronnenes, von Karmin sehr intensiv gefärbtes Blutserum in reichlichem Maße eingedrungen, so dass die Krause wie mit einer rothen Substanz injicirt erschien.

Der große, vor der Region der Kiemen gelegene Theil der paraneuralen Krause bietet genau denselben Anblick dar wie die parietale Krause und ist eben so wie diese stark mit Blutserum injicirt. Der zweite in das Bereich der Kiemen fallende Abschnitt der paraneuralen Krause zeigt ein ganz anderes Aussehen, indem er gar nicht mehr von Blut injicirt erscheint, wodurch seine Ähnlichkeit mit den Krausen von Ch. laevis eine augenfälligere wird. Während die paraneurale Krause bei Ch. laevis nur eine geringe Strecke weit an der inneren Kiemenwurzel herabläuft, setzt sie sich bei Ch. cajetanus auf die ganze Innenseite der Kiemen fort, so dass hier die epibranchial gelegene Krause die paraneural gelegene an Ausdehnung bedeutend überwiegt. In Folge ihrer enormen Höhe stehen die freien Flächen der parietalen und epibranchialen Krause mit einander vielfach in Berührung und die Kiemen werden gegen die Mantelwand gepresst. Als etwas höchst Sonderbares verdient hervorgehoben zu werden, dass bei Ch. cajetanus jederseits ungefähr über der siebenten und achten Kieme in der Leibeswand ein eiförmig gestalteter Hohlraum vorhanden ist, dessen Höhe gleich derjenigen der Kiemenhöhle, und dessen Breite gleich seiner halben Höhe ist. Dieser Hohlraum nun mündet mit einer engen Öffnung zwischen zwei Kiemen in die Kiemenhöhle, und seine Wandung ist von einem sehr hohen, zarten, krausenartigen Epithel bedeckt, welches das Volumen beinahe vollständig ausfüllt, so dass nur ein ganz schmaler centraler Spalt übrig bleibt. Dieses den Hohlraum auskleidende Epithel ist eine direkte Fortsetzung der zarten paraneuralen Krause. Ähnlich wie bei Ch. laevis bemerkte ich auch bei Ch. cajetanus an den Enden der beiden paraneuralen Krausen vier Epithelwülste, welche allmählich in die Krausen übergehen. Sie kommen durch eine dichtere Anhäufung von Fadenzellen zu Stande, welche aber bedeutend niedriger sind als in den Krausen, auch niedriger als in den Epithelwülsten von Ch. laevis. Das Epithel der Mantelwandung war bei Ch. cajetanus von den letzten Kiemen an etwas höher und reicher an Drüsenzellen als sonst, doch möchte ich diesem Umstande keine besondere Bedeutung beimessen, da bei Ch. laevis, welcher mit Ch. cajetanus in vielfacher Hinsicht sehr nahe verwandt ist, das Epithel an der entsprechenden Stelle sich ganz normal verhielt.

Nachdem ich bei zwei Chitonspecies in der Kiemenhöhle so stark modificirte Epithelien in einer so großen Erstreckung gesehen hatte, kam es mir seltsam vor, dass mir in der Kiemenhöhle von Ch. siculus, Ch. Polii und Acanthochiton fascicularis, von denen ich bisher allerdings hauptsächlich nur Schnitte aus der mittleren Körperregion untersucht hatte, nichts Ähnliches aufgefallen war. Ich überprüfte nun die

Schnitte der drei letztgenannten Arten nochmals und gelangte zu dem Resultate, dass bei denselben thatsächlich von den parietalen und paraneuralen Epithelkrausen keine Andeutung vorhanden sei, dass aber auch ihnen je zwei Epithelwülste zukommen, welche paraneural hinter dem letzten Kiemenpaare gelegen sind. An dieselben schließt sich nach hinten ein hohes, krausenartiges Epithel an, welches die Mantelwand des hintersten Raumes der Kiemenhöhle überzieht und desshalb als palliale Krause bezeichnet werden mag.

Auf Querschnitten von Acanthochiton aus der Region hinter den letzten Kiemen bildet das erhöhte Epithel einen Bogen, welcher jederseits etwa an der oberen Hälfte der Leibeswand beginnt und über die ganze Mantelwand der Kiemenhöhle hinabreicht (Fig. 77 *mg*). Es besitzt hier beinahe dieselbe Höhe wie die Krausen bei Ch. laevis. Der aus gehäuften Fadenzellen bestehende Epithelwulst stellt das innere Ende der pallialen Krause an der Leibeswand dar und liegt vom Centralnervenstrange ziemlich entfernt. Die Fadenzellen der pallialen Krause sind bei Acanthochiton weit spärlicher vertreten als bei Ch. laevis; sie stehen nur an den Ecken der durch gegenseitigen Druck polygonal geformten Drüsenzellen, wie aus quergetroffenen Stellen der Krause zu entnehmen war. Das nämliche Verhalten war auch den epibranchialen Krausen von Ch. cajetanus eigen.

Eine etwas geringere Ausbreitung der pallialen Krause fand ich bei der mit Ch. Polii sehr nahe verwandten Species von Faro. Hier liegt der Epithelwulst eben so wie bei den zwei folgenden Species wieder unmittelbar unter dem Centralnervenstrange; daran schließt sich die palliale Krause von gewöhnlichem Baue und erstreckt sich bis an jenen Gewebswulst hinab, welcher die Bauchfläche des Mantelrandes von der Kiemenhöhle trennt (Fig. 78 *mg*). Die Krause wird hier nicht mehr so hoch wie bei Ch. laevis und enthält auch weniger Fadenzellen. Die Faltungen, welche ich an ihr mitunter beobachtete (Fig. 78), dürften nur eine zufällige Erscheinung sein, veranlasst durch die Kontraktion des Mantelrandes. Dies wird dadurch noch wahrscheinlicher, dass diese Falten keine Symmetrie zeigen und bei einem zweiten Exemplare derselben Species, welches ich untersuchte, kaum eine Andeutung davon vorhanden war. — Bei Ch. Polii ist die palliale Krause sehr ähnlich gestaltet, nur dass sie noch niedriger bleibt und an der Mantelwand nicht ganz so weit hinabsteigt. Die paraneural gelegenen Epithelwülste sind hier gut ausgeprägt, eben so bei Ch. siculus. Bei letzterer Species ist jedoch die palliale Krause noch mehr reducirt; sie bleibt sehr niedrig; in einiger Entfernung vom Epithelwulste unterscheidet sie sich kaum vom gewöhnlichen niedrigen, drüsenreichen Epithele.

Es ist von vorn herein klar, dass Epithelien der Kiemenhöhle, welche durch einen so eigenthümlichen histologischen Bau ausgezeichnet sind und eine so große Ausbreitung erlangen können, auch eine wichtige physiologische Rolle spielen werden. B. Haller, welcher nur die Epithelkrausen von Ch. laevis gesehen hat, legte auf das Vorhandensein der zahlreichen Drüsenzellen in denselben das Hauptgewicht, und es erschien ihm wahrscheinlich, dass das Sekret derselben zu den Geschlechtsprodukten in Beziehung stehe. Dem gegenüber möchte ich bei der Beurtheilung der Organe nicht so sehr die Drüsenzellen in den Vordergrund stellen als vielmehr die Fadenzellen, indem ich an den sehr klaren Präparaten von Ch. laevis die Beobachtung machte, dass sich an die Fadenzellen der paraneuralen Krausen direkt vom nahen Kiemeneingeweidenervenstrange kommende Nervenfasern ansetzen. Am leichtesten jedoch lässt sich die Innervirung der paraneural gelegenen Epithelwülste verfolgen, zu denen ich bei Ch. laevis und siculus, wo ich der Sache genauer nachging, sehr zahlreiche Nervenfasern hinziehen sah. Zwischen den beiden Centralnervensträngen und den Epithelwülsten befindet sich immer ein lockeres, maschiges Gewebe, dessen Lücken mit geronnener seröser Flüssigkeit erfüllt sind, innerhalb welcher die aus dem Inneren der Centralnerven entspringenden Nervenfasern sehr deutlich sichtbar waren. Die Basalfläche des Epithelwulstes ist stets vom darunter liegenden Gewebe scharf abgesetzt, und dieser Umstand ist besonders günstig für die Konstatirung des Übertrittes der Nervenfasern in den Epithelwulst, innerhalb dessen sie noch eine Strecke weit zu verfolgen waren. Die Sache liegt hier jedenfalls so, dass die Nervenfasern mit den Fadenzellen in Verbindung treten, welchen die keuligen, in einen Bogen gestellten Zellkerne angehören. Demnach sind diese Epithelwülste eigentlich als Sinneshöcker zu bezeichnen. Die Innervirung der vom Centralnervenstrange entfernteren Epithelkrausen habe ich nicht unzweifelhaft wahrnehmen können, doch findet sie vermuthlich auch hier statt, wenn auch vielleicht nicht zu jeder einzelnen Fadenzelle eine Nervenfaser hinführt. Die Sinneshöcker bestehen aber unzweifelhaft aus einer Anhäufung von Sinneszellen, wie aus den zahlreichen sie versorgenden Nervenfasern hervorgeht; zwischen diesen Sinneszellen befinden sich noch anders geartete Zellen, deren rundlicher Kern tiefer gelegen ist, und welche als Drüsenzellen zu deuten sein dürften, worauf ja schon der Umstand hinweist, dass die Sinneshöcker unmittelbar in die drüsenreichen Krausen übergehen.

Was die Funktion dieses Sinnesorgans anbelangt, so kann seine Lagerung keinen Zweifel darüber aufkommen lassen, dass es zur

Athmung in Beziehung steht und demnach als Geruchsorgan anzusprechen sein wird. Wenn auch die Epithelkrausen Geruchsempfindungen vermitteln, so werden doch die Sinnes- oder Geruchshöcker den hauptsächlichsten Theil des Geruchsorgans ausmachen.

Nach der Ausbildungsweise ihres Geruchsorgans sondern sich die von mir untersuchten Chitonen in zwei Gruppen. Zur ersteren gehören Ch. laevis und Ch. cajetanus, bei denen das Geruchsorgan in vier paraneural gelegene Geruchshöcker und je zwei parietale und paraneurale Geruchskrausen sich gliedert, von denen letztere als epibranchiale Krausen sich in größerer oder geringerer Erstreckung auf die proximale Seite der Kiemen fortsetzen. Die zweite Gruppe bilden Ch. siculus, Ch. Polii und sein Verwandter und Acanthochiton, wo das Geruchsorgan nur aus zwei paraneural gelegenen Geruchshöckern und einer pallialen Geruchskrause sich zusammensetzt. Bemerkenswerth ist, dass hier von den parietalen und paraneuralen Krausen sowie von den epibranchialen Krausen keine Spur vorhanden ist. Chiton laevis und Ch. cajetanus haben nur wenige Kiemen (unter 20), welche auf die hintere Körperhälfte beschränkt sind, während die Chitonen der zweiten Gruppe zahlreiche (über 20) Kiemen besitzen, welche weit nach vorn reichen, woraus hervorgeht, dass die Ausbildungsweise des Geruchsorgans mit der Zahl und Anordnung der Kiemen in einer gewissen Beziehung steht.

Spengel (in seiner Arbeit: »Über die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken«, diese Zeitschr., Bd. XXXV) vermuthete in dem braun pigmentirten Epithel, welches er an der äußeren Basis der Kiemen wahrnahm, ein Geruchsorgan, setzt jedoch selbst Zweifel in seine Vermuthung, da alsdann das Geruchsorgan der Chitonen an der Seite des abführenden Kiemengefäßes liegen würde, während es bei allen Prosobranchiern die Seite des zuführenden Gefäßes einnimmt. Ein den Prosobranchiern entsprechendes Verhalten offenbart sich nun aber thatsächlich in den epibranchialen Geruchskrausen bei Chiton cajetanus und Ch. laevis, welche an der inneren Seite der Kiemen, also an der Seite der zuführenden Kiemengefäße liegen. Demnach zeigen diese Chitonen eine Verwandtschaft zu den Prosobranchiern. Indessen macht die epibranchiale Krause selbst bei Ch. cajetanus, wo sie am mächtigsten entwickelt ist, nur einen Theil des Geruchsorgans aus, der größere Theil desselben, und darunter die Geruchshöcker, ist hier eben so wie das gesammte Geruchsorgan der Chitonen der zweiten Gruppe aus dem Bereiche der zuführenden Kiemengefäße gerückt.

Das Epithel der Fußsohle schwankt in Bezug auf seine Höhe bei den einzelnen Chitonspecies. Das höchste Epithel der Fußsohle fand

ich bei Acanthochiton. Die Zellen, aus denen es besteht, sind zweifacher Art (Fig. 80). Die einen sind sehr dünn mit langen schmalen, in verschiedener Höhe liegenden Zellkernen (*fz*). An der Basis sind sie hell, gegen das freie Ende zu wird ihr Plasma dunkler gefärbt und ist zu Körnchen geballt. Außerdem sieht man noch runde, grundständige Zellkerne, welche schmalen Drüsenzellen anzugehören scheinen, die zwischen die dicht gestellten Stützzellen eingestreut sind (*dz*). Das Epithel der Fußsohle ist mit einem ziemlich starken cuticularen Saume versehen.

Als die Grundform der ektodermalen Epithelien bei den Chitonen sind wohl jene Epithelien hinzustellen, welche aus zweierlei Zellelementen, aus Faden- und Drüsenzellen, bestehen und einen bloßen cuticularen Saum besitzen, wie es beim Epithel der Fußsohle, dem drüsenreichen Epithel der Fußwand und den Geruchskrausen der Fall ist. Davon entfernt sich zunächst das kubische Flimmerepithel, welches vornehmlich die Mantelwand der Kiemenhöhle überkleidet und nur stellenweise Drüsenzellen enthält. Von der Grundform weicht aber das Mantelepithel am weitesten ab. Es setzt sich der Hauptsache nach aus einer Art von Zellen allein zusammen, welche eine sehr mächtige Cuticularbedeckung besitzen. Dieselbe ist entweder chitinig, wie die »Cuticula« und das Tegmentum, oder kalkig, wie das Articulamentum und die Stacheln. Die Drüsenzellen sind im Mantelepithel auf gewisse Stellen (die Ästheten und die Mehrheit der stacheltragenden Papillen) beschränkt.

Prag, im Januar 1891.

---

## Nachschrift.

Während der Drucklegung dieses Aufsatzes wurde ich durch den zoologischen Jahresbericht für 1889 auf eine Schrift aufmerksam, welche die in den Schalen verschiedener Mollusken enthaltenen augenähnlichen Organe zum Gegenstande hat, doch war es mir leider nicht mehr möglich, mir die Originalarbeit zu verschaffen, wesshalb ich mich mit einem einfachen Hinweise auf dieselbe begnügen muss. Der Titel derselben lautet: Tenison-Woods, »On the anatomy and life history of Mollusca peculiar to Australia«. Proc. R. Soc. N. S. Wales. Vol. XXII. p. 106—187. T. 3—14. Darin theilt der Verfasser mit, dass er augenähnliche Organe, wie sie zuerst Moseley von gewissen Chitonen beschrieben hat, bei einer sehr großen Zahl von Gastropoden und Lamelli-

branchiaten aufgefunden habe. Er sah in den Schalen dieser Mollusken außer den Augen noch zahlreiche, sie versorgende Nerven (wohl unseren Fasersträngen entsprechend) und ein gangliöses Gewebe, welches an Masse das Cerebralnervensystem übertraf. Da nun schon seit längerer Zeit auch in den Schalen der Brachiopoden den Ästheten der Chitonen ähnliche Gebilde bekannt sind, so lehren die neueren Forschungen, dass die Verbreitung dieser eigenthümlichen Organe bei den beschalten Mollusken eine sehr allgemeine ist. Der Umstand, dass Tenison-Woods augenähnliche Organe erwähnt, welche tief in der Schale stecken, und selbst solche, welche auf der Innenseite der Schale sich befinden, lässt wohl den Zweifel aufkommen, ob man es in allen Fällen mit wirklichen Augen zu thun hat.

## Benutzte Litteratur.


1. J. F. van Bemmelen, Over den bow der schelpen van Brachiopoden en Chitonen. Proefschrift. 1882.
2. L. Graff, Anatomie des Chaetoderma nitidulum. Diese Zeitschr. Bd. XXVI. 1876.
3. B. Haller, Die Organisation der Chitonen der Adria. II. Arbeiten aus dem zool. Inst. Wien. 1884.
4. A. Hansen, Neomenia, Proneomenia und Chaetoderma. Bergens Mus. Arsb. 1888.
5. A. Kowalevski, Neomenia corallophila. 1881. (Russisch.)
6. H. N. Moseley, On the Presence of Eyes in the Shells of certain Chitonidae and on the Structure of these Organs. Quart. Journal of Micr. Science. 1885.
7. F. Reincke, Beiträge zur Bildungsgeschichte der Stacheln im Mantelrande der Chitonen. Diese Zeitschr. Bd. XVIII. 1868.
8. J. W. Spengel, Die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken. Diese Zeitschr. Bd. XXXV. 1881.
9. J. Thiele, Über Sinnesorgane der Seitenlinie und das Nervensystem der Mollusken. Diese Zeitschr. Bd. XLIX. 1889.
10. A. Wiren, Mittheilungen über den Bau von Chaetoderma nitidulum. Verh. des biol. Vereins. Stockholm 1890.


## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel XXIII.

Fig. 1. Ein Theil der vorderen Körperhälfte von Chiton siculus Gray. Schalen *I—IV*; *ac*, Mittelfeld; *al*, Seitenfeld; *rp*, Rippen und *k*, Kiel des Mittelfeldes; *mr*, Mantelrand; *sch*, Schuppenstacheln; *ss*, borstenförmige Saumstacheln. Vergr. 12/1.

Fig. 1*a*. Acanthochiton fascicularis Monter. *k*, feingeriefter Kiel der II. bis VIII. Schale; *al*, Seitenfelder, mit regelmäßig vertheilten ovalen Tegmentalhöckern besetzt (welche in der Zeichnung etwas zu spärlich ausgefallen sind); *sb*, Stachelbüschel des Mantelrandes; *ss*, Saumstacheln. Vergr. 6/1.

Fig. 2 und 3. Abgehobene Schalen von Chiton Polii Phil. I., II. und VIII. Schale, in Fig. 2 von außen, in Fig. 3 von innen gesehen. *t*, Tegmentum; *k*, Kiel; *ap*, das Tegmentum überragende Apophysen des Articulamentums; *i*, Incisuren und *n*, Nahtlinien des Articulamentums; *ad*, Abdruck der Apophyse von der nächst hinteren Schale; *rn*, Grenzrinne zwischen Articulamentum und Tegmentum der VIII. Schale. Vergr. 6/1.

Fig. 4. Schalen I, II und VIII von Acanthochiton fascicularis (großes Exemplar). *k*, Kiel; *t*, Tegmentum; *i*, Incisuren des Articulamentums; *ap*, Apophysen; *a*, vorspringender Saum des Articulamentums der I. Schale. Vergr. 8/1.

Fig. 5. Vertheilung der Ästheten im Tegmentum von Chiton siculus (schematisch). Je einem Punkte entspricht die Gruppe der Chitinkappen eines Ästhetes. In der ganzen I. Schale und den Seitenfeldern der übrigen stehen die Ästheten in alternirenden radialen und koncentrischen Reihen, in den Mittelfeldern verlaufen ihre Reihen in der Richtung der Rippen. *mr*, Mantelrand; *al*, Seitenfeld; *rp*, Rippen des Mittelfeldes; *k*, Kiel.

### Bedeutung der in Taf. XXIV—XXVI wiederholt gebrauchten Buchstaben.

*a*, Articulamentum;
*ae*, Körper des Ästhetes;
*äk*, ästhetenbildende Mantelkante;
*bk*, Kern der Bildungszelle;
*bl*, blutgefäßartiger Hohlraum;
*bs*, Bildungszelle der Scheitelkappe;
*c*, Cuticula der Rückenseite des Mantels;
*c'*, Cuticula der Bauchseite des Mantels;
*dz*, drüsenähnliche Zellen;
*e*, Mantelepithel;
*ep*, stachellose Papillen des Mantelepithels;
*f*, helle Fasern;
*fs*, Faserstrang;
*l*, Leibeshöhle;
*m*, Mantelgewebe;
*mi*, Mikrästheten;
*ms*, Mantelsaum;
*mk*, Mikrästhetenkappe;
*mz*, Zellkerne am Grunde der Mikrästheten;
*n*, Kiemeneingeweidenervenstrang;
*np*, Pedalnervenstrang;
*p*, Fuß;
*per*, Periostracum;
*s*, Stacheln;
*sk*, Scheitelkappe;
*t*, Tegmentum;
*th*, Tegmentalhöcker;
*v*, gesimsartiger Mantelvorsprung;
*w*, Gewebswulst;
*zg*, Gruppe von Zellkernen am Grunde der Ästheten.

### Tafel XXIV.

Fig. 6. Chiton siculus; acht Gruppen von Chitinkappen, welche je einem Ästhete angehören. Die Scheitelkappen (*sk*) sind zu einander in Quincunces gestellt, die kleineren Kappen der Mikrästheten (*mk*) bilden in jeder Gruppe drei parallele Züge; der centrale Zug (*cz*) enthält die Scheitelkappe, seitlich davon liegen der rechte und linke Seitenzug (*rz*, *lz*). *vk*, versprengte Mikrästhetenkappen.

Fig. 7. Gruppe der Chitinkappen eines Tegmentalhöckers von Chiton Polii. *z*, Züge der Mikrästhetenkappen.

Fig. 8. Acanthochiton fascicularis. Ein Stück eines von Mantelgewebe begrenzten Seitenfeldes in der Flächenansicht. Die Tegmentalhöcker (*th*) sind in Quincunces gestellt; in der Mitte ihrer Oberfläche liegen die Kappen der Ästheten (*mk*, *sk*). Der scharfe Kontour der Tegmentalhöcker bei tiefer Einstellung ist an einigen als punktirte Linie eingetragen. Die beiden Wülste des Mantelepithels (*wt*) haben den zwischen ihnen gelegenen Tegmentalhöcker abgeschieden. Der Spalt im Mantelgewebe (*sp*) ist die Bildungsstätte eines neuen Höckers. Faserstränge (*fs*) und Ästheten (*ae*) entspringen an der Unterseite des Mantelgewebes (*m*). *mi'*, Mikrästheten, welche mit keinem Ästhetenkörper in Verbindung stehen. Dem Körper der Ästheten (*ae*) sitzt entweder nur ein Megalästhet (*M*) auf, oder außerdem noch ein bis zwei Mikrästheten (*mi*).

Fig. 9. Ästhet von Chiton Polii. Die hellen Fasern (*f*) steigen theils zwischen den drüsenähnlichen Zellen (*dz*) bis unter die Scheitelkappe (*sk*) auf — ihnen gehören die länglichen Kerne (*fk*) an —, theils führen sie seitlich an den Ursprung der Mikrästheten (*mi*) hin; diesen gehören die Zellkerne *mz* an. *k'*, oberflächlich gelagerte Kerne des Faserstranges (*fs*); *pl*, Plasmanetz.

Fig. 10. Ästhet von Chiton siculus. Das von der Scheitelkappe (*sk*) bedeckte Megalästhet (*M*) enthält die oberen Enden mehrerer drüsenähnlicher Zellen (*dz*), eben so in Fig. 9, 11 und 12. Die Zellkerne am Grunde der Ästheten stehen zu den hellen Fasern in Beziehung. *k'*, oberflächlich gelagerter Kern des Faserstranges (*fs*).

Fig. 11. Ästhet von Chiton laevis Monter. Eine Anzahl Mikrästheten (*mi*) entspringt gemeinsam von einem horizontalen Ausläufer (*ha*) des Ästhetes. Das übrige wie in Fig. 10.

Fig. 12. Ästhet von Chitonellus sp.? Hier zweigen sich gar keine Mikrästheten ab, das Megalästhet (*M*) ist allein vorhanden.

Fig. 13. Frühes Bildungsstadium eines Ästhetes von Chiton Polii. Aus der Zellwucherung auf der ästhetenbildenden Mantelkante (*äk*) geht das Ästhet hervor. Der Zellhaufen beginnt sich in drüsenähnliche (*dr*) und fadenförmige (*f*) Zellen zu differenziren; ihm lagert die große Bildungszelle der Scheitelkappe (*bs*) mit ihrem runden Zellkerne auf. Die junge Tegmentalsubstanz (*t*) zeigt eine intensiv gelbe Färbung.

## Tafel XXV.

Fig. 14. Zwei ältere Entwicklungsstadien der Ästheten von Chiton Polii. Im Körper des oberen, jüngeren Ästhetes ist die Differenzirung seiner Inhaltszellen schon weiter gediehen als auf Fig. 13; die Scheitelkappe (*sk*) ist vollendet und ihre Bildungszelle (*bk*) wandert nach abwärts. Das untere etwas ältere Ästhet ist bereits völlig ausgebildet; sein Faserstrang (*fs*), in welchen die Bildungszelle der Scheitelkappe (*bk*) hinabgelangt ist, hat schon eine ziemliche Länge erreicht. Das Epithel *e'* liefert die kernhaltige Hülle an den Fasersträngen. *mi'*, in Bildung begriffenes Mikrästhet auf der Spitze der ästhetenbildenden Mantelkante (*äk*).

Fig. 15. Ästhetenbildung bei Chiton laevis. Zwei Ästheten mit verschieden weit vorgeschrittener Differenzirung ihrer Inhaltszellen. *bs*, Bildungszelle der Scheitelkappe, welche hier ihren Ort nicht zu verändern scheint.

Fig. 16. Ästhetenbildung und Entstehung der Tegmentalhöcker in den Seitenfeldern bei Acanthochiton fascicularis. *wt*, quergetroffener Epithelwulst, welcher den angrenzenden Tegmentalhöcker (*th*) abgeschieden hat, in welchen ein junges Ästhet von der ästhetenbildenden Mantelkante (*äk*) aus hineinreicht.

Fig. 17. Querschnitt durch Chiton Polii in der Gegend einer Schalenincisur.

Daselbst fehlt der gesimsartige Mantelvorsprung (*v*) zwischen Articulamentum und Tegmentum, daher gelangen die Faserstränge (*fs*) auf die Sohle des Articulamentums.

### Tafel XXVI.

Fig. 18. Querschnitt durch Acanthochiton fascicularis in der Gegend eines Stachelbüschels (*sb*). Der Mantelrand ist sehr mächtig entwickelt. Das Stachelbüschel (*sb*) ist einer tiefen Grube des Mantelgewebes eingesenkt, nur die äußeren Stacheln desselben bei *s* sind vollkommen entwickelt. Die Apophyse des Articulamentums (*a*) reicht weit ins Mantelgewebe vor. Die Tegmentalhöcker (*th*) greifen nicht auf den Kiel (*k*) über. Zu den Ästheten (*ae*) des letzteren führen Faserstränge (*fs*) hin, welche das Articulamentum durchsetzen.

Fig. 19. Querschnitt durch Chiton Polii seitlich von einer Schalenincisur. Die Faserstränge (*fs*) fußen auf dem gesimsartigen Mantelvorsprung (*v*) und ziehen an der Grenze zwischen Articulamentum und Tegmentum zu den Ästheten (*ae*) hin.

Fig. 20. Querschnitt durch Chiton laevis zwischen zwei Kiemen seitlich von einer Schalenincisur. In den schwach entwickelten Mantelrand (*mr*) reicht das Articulamentum (*a*) nicht weit vor. Bei *ae* ist eine Nahtlinie getroffen; zu den Ästheten (*ae*), welche in ihr liegen, führen Faserstränge vom dorsalen Mantelgewebe durch das Articulamentum (*a*). *ng*, paraneurale Geruchskrause; *lg*, parietale Geruchskrause; *ka*, *kv*, Kiemenarterie und -vene.

Fig. 21. Zwei Querschnitthälften durch Chitonellus sp. In der rechten Hälfte erscheint eine Schale getroffen, die linke stammt aus der Region zwischen zwei Schalen. Die Stelle *ms* der mächtig entwickelten Cuticula entspricht dem Mantelsaume der Chitonen. Der rudimentäre Fuß (*p*) liegt in einer ventralen Furche.

Fig. 22. Mantelepithel unterhalb eines Schuppenstachels von Chiton siculus.

### Bedeutung der in den Taf. XXVII—XXX wiederholt gebrauchten Buchstaben.

*b*, Chitinbecher;
*bk*, Kern der Bildungszelle;
*bp*, chitinige Basalplatte;
*bz*, Bildungszelle des jungen Stachels;
*c*, dorsaler } Theil der Cuticula;
*c'*, ventraler }
*cy*, Cylinderzellen;
*ds*, Rückenstachel;
*e*, Mantelepithel;
*ek*, Endkölbchen;
*ep*, stachellose Epithelpapille;
*es*, Scheibchen des Endkölbchens;
*f*, heller Plasmafaden;
*fr*, der Cuticula aufgelagerte Fremdkörper;
*i*, organischer Inhalt;
*js*, junger Stachel;
*k*, Zellkern;
*lp*, chitinige Seitenplatte;
*m*, Mantelgewebe;
*pb*, gestieltes plasmatisches Bläschen;
*r*, Chitinring;
*rf*, Riefen;
*s*, Schaft des Stachels;
*sf*, Scheide des Plasmafadens;
*sh*, Stachelhäutchen;
*sp*, stacheltragende Papille;
*ss*, Saumstachel;
*sz*, Scheibchen des Zapfens;
*vs*, Bauchstachel;
*z*, Zapfen des Chitinbechers.

### Tafel XXVII.

Chiton Polii.

Fig. 23. Unentkalkter dünnbecheriger Rückenstachel.
Fig. 24. Langbecheriger Rückenstachel, unentkalkt.
Fig. 25. Bauchstachel, aus der Nähe des Mantelrandes; unentkalkt.

Fig. 26. Saumstachel, unentkalkt.

Fig. 27. Gruppe völlig ausgebildeter dünnbecheriger Rückenstacheln. Die stacheltragenden Papillen (*sp*) sind ins Mantelgewebe eingesenkt. Der Plasmafaden des einen, weit abgehobenen Stachels entspringt aus einer Papille (*sp'*), welche den stachellosen (*ep*) gleicht, und ist oben von einer kernhaltigen Scheide (*sf*) umgeben. Der mittlere Stachel ist seitlich angeschnitten, so dass sein Endkölbchen und der Zapfen nicht sichtbar sind.

Fig. 28. Mantelsaum. Der Plasmafaden (*f*), welcher zum Endkölbchen (*ek*) des fertigen Saumstachels (*ss*) hinführt, liegt in einer kernhaltigen Scheide (*sf*). Am Zapfen des Chitinbechers (*z*) und dem Endkölbchen (*ek*) hebt sich ein deutliches Scheibchen (*sz*) ab. *ss'*, ein der Vollendung naher Saumstachel, dessen Becher (*b*) schon stark verdickt ist. Der Plasmafaden (*f'*) zwischen den beiden Bauchstacheln (*vs*) ist von einem abgestoßenen Stachel zurückgeblieben.

Fig. 29. Gruppe langbecheriger Rückenstacheln. Am großen Stachel ist der Chitinbecher (*b*) völlig entwickelt, der Ring (*r*) und das Endkölbchen (*ek'*) sind noch in Bildung begriffen. Die Bildungszelle (*ek'*) des Stachels hat sich vom Zapfen (*z*) des Bechers abgelöst und das Scheibchen des Endkölbchens schon abgeschieden. Daneben ist im Inneren einer Papille ein sehr junger Saumstachel (*js*) sichtbar, welcher seiner Bildungszelle (*bz*) aufruht. Der dritte alte Stachel ist nur angeschnitten.

Fig. 30. Ein junger, von der Papille (*sp*) noch umschlossener Bauchstachel (*js*); darunter ein weit abgehobener und stark abgenutzter, alter Bauchstachel.

Fig. 31. Junger, von der Papille (*sp*) noch umhüllter Rückenstachel (*js*). Seine Bildungszelle (*bz*) und die sie umgebenden cylindrischen Zellen (*cy*) ruhen in einer Gewebseinsenkung.

Fig. 32. Etwas älterer Rückenstachel, welcher die Papille (*sp*) durchbrochen hat und in die Cuticula (*c*) eindringt; sein Inneres enthält reichliche gelbe Substanz.

Fig. 33. Ein junger und ein alter Bauchstachel; dem jungen (*js*) haftet eine sanduhrförmige Bildungszelle (*bz*) an. Das Stachelhäutchen (*sh*) des älteren Stachels (*vs*) ist theilweise abgenutzt; an der Austrittsstelle seines Plasmafadens (*f*) aus der Papille liegt ein länglicher Zellkern (*k*).

Fig. 34. Vorgeschrittenes Stadium eines jungen Rückenstachels. So weit die große, verkehrt kegelförmige Bildungszelle (*bz*) den Becher (*b*) berührt, ist er intensiv gelb gefärbt. Im Inneren des Schaftes (*s*) sind wie in den fertigen Stacheln Schichten einer gelben Substanz quer ausgespannt.

Fig. 35. Weit vorgeschrittenes Entwicklungsstadium eines dünnbecherigen Rückenstachels. Die Bildungszelle ist bedeutend reducirt und steht im Begriffe, das Endkölbchen (*ek'*) zu bilden.

Fig. 36. Gestielte Bläschen (*pb*) von gewissen stachelfreien Stellen nahe der ästhetenbildenden Mantelkante; sie liegen in verschiedener Höhe in der Cuticula (*c*) und sind durch helle Plasmafäden (*f*) mit Epithelpapillen (*ep*) verbunden.

## Tafel XXVIII.

### Chitonellus sp.

Fig. 37. Rückenstachel, unentkalkt.

Fig. 38. Bauchstachel, unentkalkt.

Fig. 39. Chitinring eines Saumstachels, schief von oben gesehen.

Fig. 40. Saumstachel, unentkalkt, bei mittlerer Einstellung. Sein vom Stachelhäutchen (*sh*) überkleideter Schaft (*s*) besteht aus einer Anzahl paralleler, horizon-

taler Schichten, welche eine zarte, durchgehende Längsstreifung zeigen. Der Chitinbecher (*b*) geht allmählich ins Stachelhäutchen (*sh*) über.

Fig. 41. Gruppe entkalkter Rückenstacheln von einem in Alkohol gehärteten Präparate. Die stacheltragenden Papillen (*sp*) sind ins Mantelgewebe eingesenkt. *r'*, Aussehen des Chitinringes bei hoher Einstellung; *r*, Ringe im optischen Durchschnitte gesehen; *sh'*, ein erhalten gebliebenes Stück des Stachelhäutchens; *i*, längsgestreifter organischer Inhalt eines jüngeren Stachels.

Fig. 42. Saumstachel. Sein Chitinbecher (*b*) trägt einen gerieften Zapfen (*z*). Der Ring (*r*) erscheint bei Saumstacheln unten wie zerfasert.

### Acanthochiton fascicularis.

Fig. 43. Zwei Bruchstücke eines unentkalkten großen Stachels vom Rande eines Stachelbüschels. Als innere Struktur lässt der Schaft (*s*) eine feine Längsstreifung erkennen.

Fig. 44. Dünner Rückenstachel.

Fig. 45. Ein aus vielen Theilstücken bestehender Ring eines Saumstachels von oben gesehen.

Fig. 46. Ein Bauchstachel, unentkalkt; der Ring (*r*, im optischen Durchschnitte gezeichnet) ist schief abgestutzt.

Fig. 47. Ein Theil von der oberen Wandung einer Stachelbüschelgrube; $e_1$, $e_2$, $e_3$, verschiedene Entwicklungsstadien von großen Stacheln. $s_1$, $s_2$, zwei vollendete, schwächere Stacheln.

Fig. 48. Ein Stück des Grundes einer Stachelbüschelgrube, wo sich nur im Wachsthume begriffene mit einer Bildungszelle (*bz*) versehene Stacheln vorfinden.

Fig. 49. Gruppe von Bauchstacheln; zwei Papillen entsteigt der Plasmafaden je eines gestielten plasmatischen Bläschens (*pb*).

Fig. 50. Ganz junger Bauchstachel (*s'*), welcher noch in der, einen fertigen Stachel tragenden Papille eingeschlossen ist und einer Bildungszelle (*bz*) aufruht.

### Chiton siculus.

Fig. 51. Flächenansicht eines unentkalkten Schuppenstachels, welcher mit Reihen von Höckerchen (*rh*) besetzt ist. Die rautenförmige Basalplatte ist in ihrem Umrisse durch eine Punktirung angedeutet.

Fig. 52. Schuppenstachel, central in der Richtung der kürzeren Diagonale der rautenförmigen Basalplatte (*bp*) durchschnitten. Die chitinige Basalplatte trägt einen kleinen Zapfen (*z*) über dem Endkölbchen (*ek*), welches in der stacheltragenden Papille (*sp*) dem Mantelgewebe unmittelbar aufsitzt. Die Seitenplatte (*lp*) schließt am proximalen Ende einen rechten Winkel mit der Basalplatte ein. Der organische Inhalt (*i*) des Stachels zeigt eine aufsteigende Faserung.

### Tafel XXIX.

Fig. 53—60 beziehen sich auf Chiton siculus, Fig. 61—63 auf Chiton laevis.

Fig. 53. Theil eines Flächenschnittes durch den Mantelrand, so dass die Schuppenstacheln parallel zur Basalplatte und etwas oberhalb derselben getroffen erscheinen. Die Seitenplatten (*lp*) zeigen die Gestalt eines Bogens, an dessen Enden je eine Papille (*ep*) gelegen ist. Der Mitte der Seitenplatten gegenüber liegt die den Schuppenstachel tragende Papille (*sp*), welche in einem Falle das Endkölbchen enthielt. Zwischen den einzelnen Stacheln ist die Cuticula (*c*) nur spärlich vertreten.

Fig. 54. Querschnitt durch einen sehr jungen, von zwei Epithelwülsten überwallten Schuppenstachel (*s'*). Der alte Stachel, welcher durch den neuen ersetzt wird, erscheint hoch abgehoben.

Fig. 55. Zwei ältere Entwicklungsstadien ($e_1$, $e_2$) von Schuppenstacheln. Die Epithelwülste (*w*, *w* und *w'*, *w'*) liegen an den Enden der jungen Stacheln. Die erhöhten Stellen des Epithels (*p*, *p'*) an der Basis der jungen Stacheln liefern vielleicht die stacheltragende Papille. Die Basalplatten sind noch nicht gebildet; am älteren Stadium ($e_2$) beginnt der eine Epithelwulst (*w'*) die Seitenplatte abzusondern.

Fig. 56. Gruppe niederliegender Bauchstacheln, unentkalkt; an einer Reihe ist die innere Struktur dargestellt.

Fig. 57. Gewöhnlicher Saumstachel, unentkalkt, mit Oberflächenskulptur; *A*, in der Rücken-, *B*, in der Seitenansicht.

Fig. 58. Derselbe Saumstachel bei mittlerer Einstellung mit innerer Struktur.

Fig. 59. Typische Gruppe eines langbecherigen und zweier kurzbecheriger Saumstacheln, unentkalkt. Der gertenförmige Chitinbecher (*b*) des langbecherigen Stachels ist von einem Kanale durchzogen und trägt einen winzigen Schaft (*s*). *ca*, chitinige Kapsel, das Endkölbchen umhüllend.

Fig. 60. Die drei Arten der Saumstacheln (*I*, *II*, *III*) in ihrer natürlichen Stellung. *I*, gewöhnlicher, *II*, kurzbecheriger, *III*, langbecheriger Saumstachel. Die Papillen (*sp*) der beiden letzteren sind lang ausgezogen. *ca*, Bedeutung wie in Fig. 59.

Fig. 61. Eine ältere und eine vom Mantelsaume her sich darunter schiebende jüngere Reihe von Bauchstacheln. *S*, letztgebildeter, *js*, jüngster Stachel der neuen Reihe; *dz*, Drüsenzelle einer stacheltragenden Papille, deren Inhalt durch die Konservirung nicht zerstört war.

Fig. 62. Ein ausgebildeter Bauchstachel.

Fig. 63. Quer durchschnittene Bauchstacheln, welche in verschiedener Höhe der Cuticula (*c'*) liegen, oft zu zweien über einander (entsprechend Fig. 61).

## Tafel XXX.

Fig. 64—76 Chiton laevis.

Fig. 64. Drei Schuppenstacheln. Die rautenförmige Basalplatte (*bp*) ist in der Richtung der kleineren Diagonale durchschnitten; nur der mittlere Stachel ist central getroffen.

Fig. 65. Schuppenstachel, in der Richtung der größeren Diagonale der Basalplatte (*bp*) central vom Schnitte getroffen.

Fig. 66. Frühes Bildungsstadium eines Schuppenstachels (*js*) ohne besondere Bildungszelle.

Fig. 67. Älteres Entwicklungsstadium eines Schuppenstachels unterhalb eines schon weit abgehobenen Stachels. Der organische Inhalt (*i*) des entkalkten Schaftes ist reichlich vorhanden. Die Basalplatte ist noch nicht angelegt.

Fig. 68. Ein älterer und ein jüngerer Saumstachel gewöhnlicher Art (*I*); der jüngere ruht einer Bildungszelle (*bz*) auf.

Fig. 69. Mantelsaum. Langbecheriger Saumstachel (*III*), vollständig ausgebildet. Der lange Becher (*b*) ist von einem Kanale durchzogen. Der röhrenförmige Ring (*r*) umschließt eine Kapsel (*ca*), innerhalb welcher, auf einem dunklen Scheibchen ruhend, das Endkölbchen gelegen ist. *II*, kurzbecheriger Saumstachel; *o*, zellkernhaltiges Bläschen, welches einem Saumstachel II. Art angehört.

Fig. 70. Mantelsaum. *I*, gewöhnlicher, *II*, zwei kurzbecherige, *III*, ein lang-

becheriger Saumstachel, dessen Ring (*r*) und die von ihm umschlossenen Theile zur Anlage kommen; der Kern der Bildungszelle (*bz*) ist noch sichtbar. *sp*, Gewebestrang, hervorgegangen durch die Verschmelzung der Papillen der mit ihm verbundenen Stacheln. Das Endkölbchen (*ek*) dieser Stacheln liegt in einem ovalen zellkernhaltigen Bläschen (*o*).

Fig. 71. Kubisches Epithel von der Mantelwand der Kiemenhöhle (mit gestricheltem Saume).

Fig. 72. Drüsenreiches Epithel von der Fußwand der Kiemenhöhle. *st*, Stützzellen; *dz*, Drüsenzellen.

Fig. 73. Ein Theil des parietalen Geruchsepithels. *dz*, Drüsenzellen mit gekörneltem Inhalte; *fz*, fadenförmige Zellen mit starkem, gestricheltem Saume.

Fig. 74. In etwa $^3/_4$ seiner Höhe querdurchschnittenes Geruchsepithel. Die kernhaltigen Fadenzellen (*fz*) bilden ein Netzwerk, in dessen Maschen die Drüsenzellen stehen.

Fig. 75. Ausbreitung des Geruchsorgans in der Region der vorderen Kiemen. *eg*, epibranchiale Geruchskrause, welche an der Seite des zuführenden Kiemengefäßes (*ad*) gelegen ist. *lg*, parietale Geruchskrause; *k*, Kieme; *m*, Kiemeneingeweidenervenstrang; *mr*, Mantelrand; *l*, Leibeshöhle; *p*, Fuß.

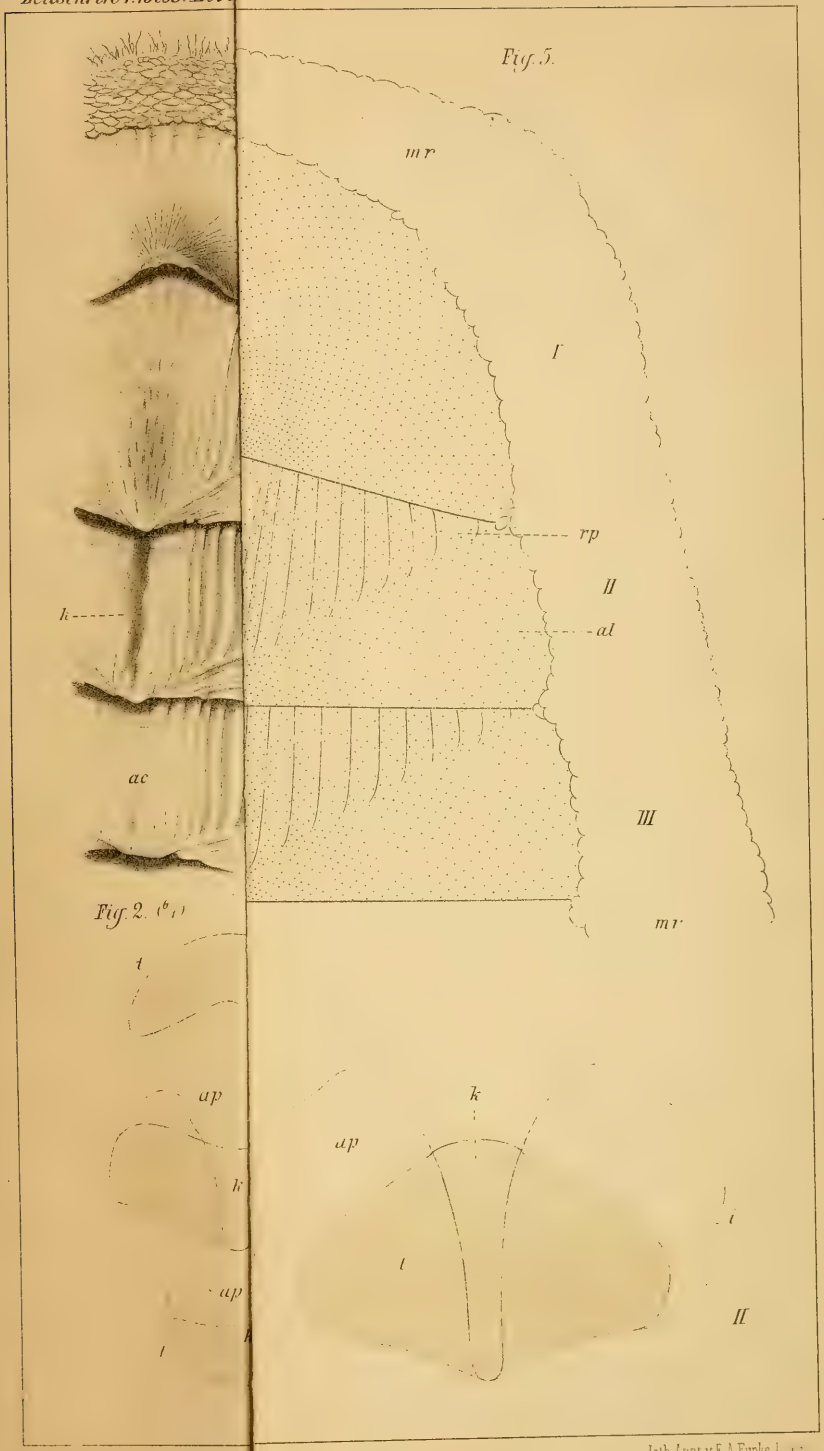
Fig. 76. Ausbreitung des Geruchsorgans in der Gegend der letzten Kieme. Der unterhalb des Centralnervenstranges (*n*) gelegene Geruchshöcker (*gh*) geht in die paraneurale Geruchskrause (*pg*) über, welche sich auf die Kieme (*k*) fortsetzt.

Fig. 77. Ausbreitung des Geruchsorgans hinter dem letzten Kiemenpaare bei Acanthochiton fascicularis. *gh*, Geruchshöcker, welcher in die palliale Geruchskrause (*mg*) übergeht, die bis zum Gewebswulste (*w*) des Mantelrandes sich erstreckt; *d*, Enddarm; *np*, Pedalnervenstrang; *kh*, Kiemenhöhle.

Fig. 78. Geruchsorgan von Chiton Polii aus Faro bei Messina. *a*, Articulamentum; *t*, Tegmentum. Bedeutung der übrigen Buchstaben wie in Fig. 77.

Fig. 79. Geruchsorgan bei Chiton Polii aus Rovigno. *a'*, Apophyse der letzten Schale. Die übrigen Buchstaben wie früher.

Fig. 80. Epithel der Fußsohle von Chiton siculus. *p*, Gewebe des Fußes; *dz*, Drüsenzellen; *fz*, fadenförmige Stützzellen mit einem cuticularen Saume (*cs*).




gez. Blumrich. lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig.

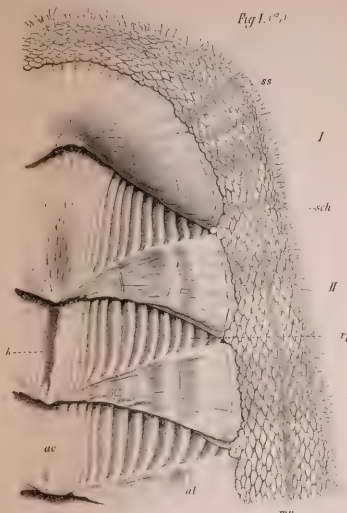



Fig. 1. (12/1)

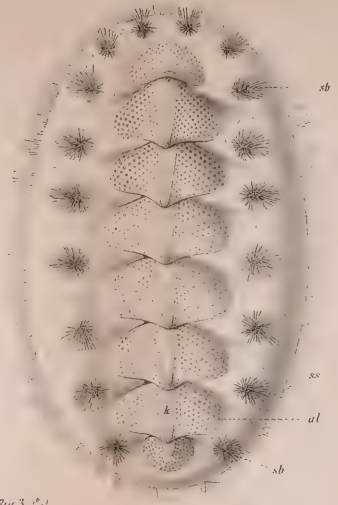



Fig. 1a (12/1)

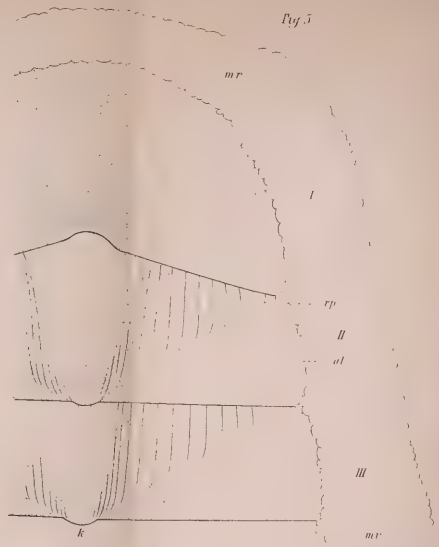



Fig. 5

Fig. 2 (8/1)

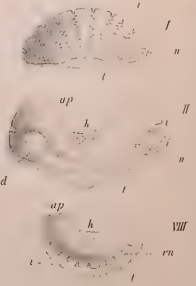



Fig. 3 (8/1)

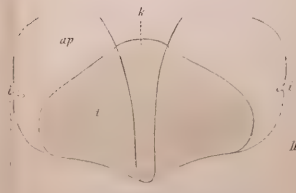



Fig. 4. (8/1)

Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.

Lith. Inst. v. E. Finke, Leipzig

Fig. 6.

Fig. 11 (600/1)

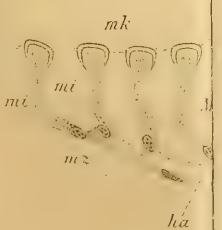



Fig. 9 (600/1)

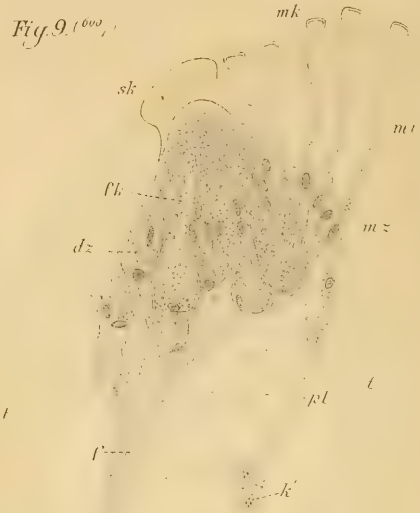
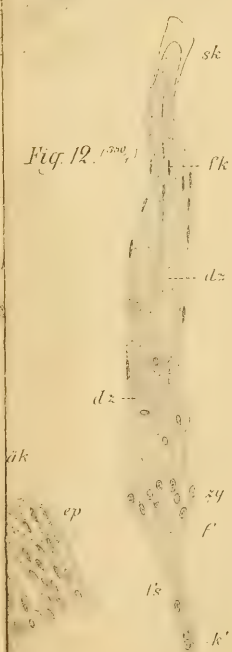



Fig. 12 (350/1)



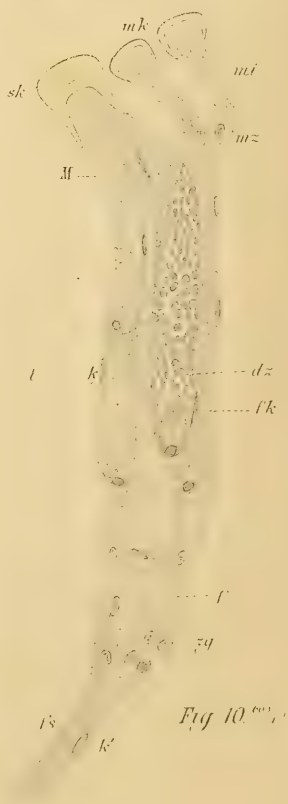




Fig. 10 (600/1)

Lith. Inst. v. E. A. Funke Leipzig.

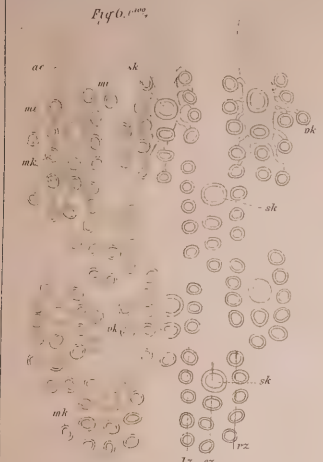



Fig 6. (300/1)

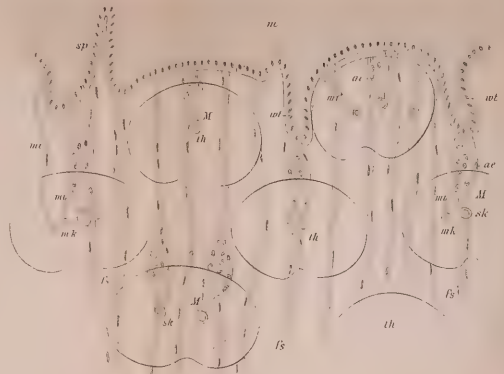



Fig 8. (300/1)

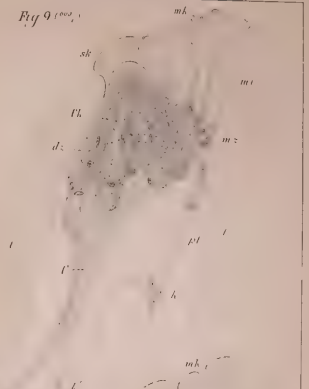



Fig 9. (300/1)

Fig 7. (350/1)

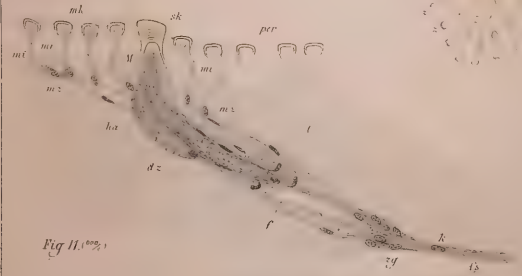



Fig 11. (300/1)

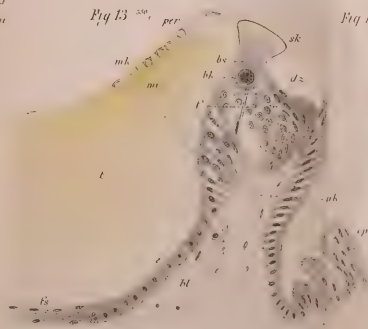



Fig 13. (350/1)

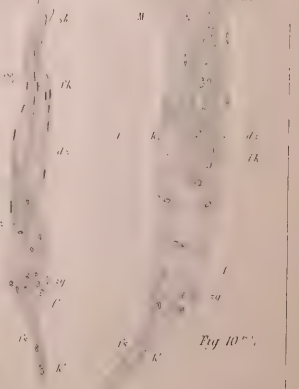
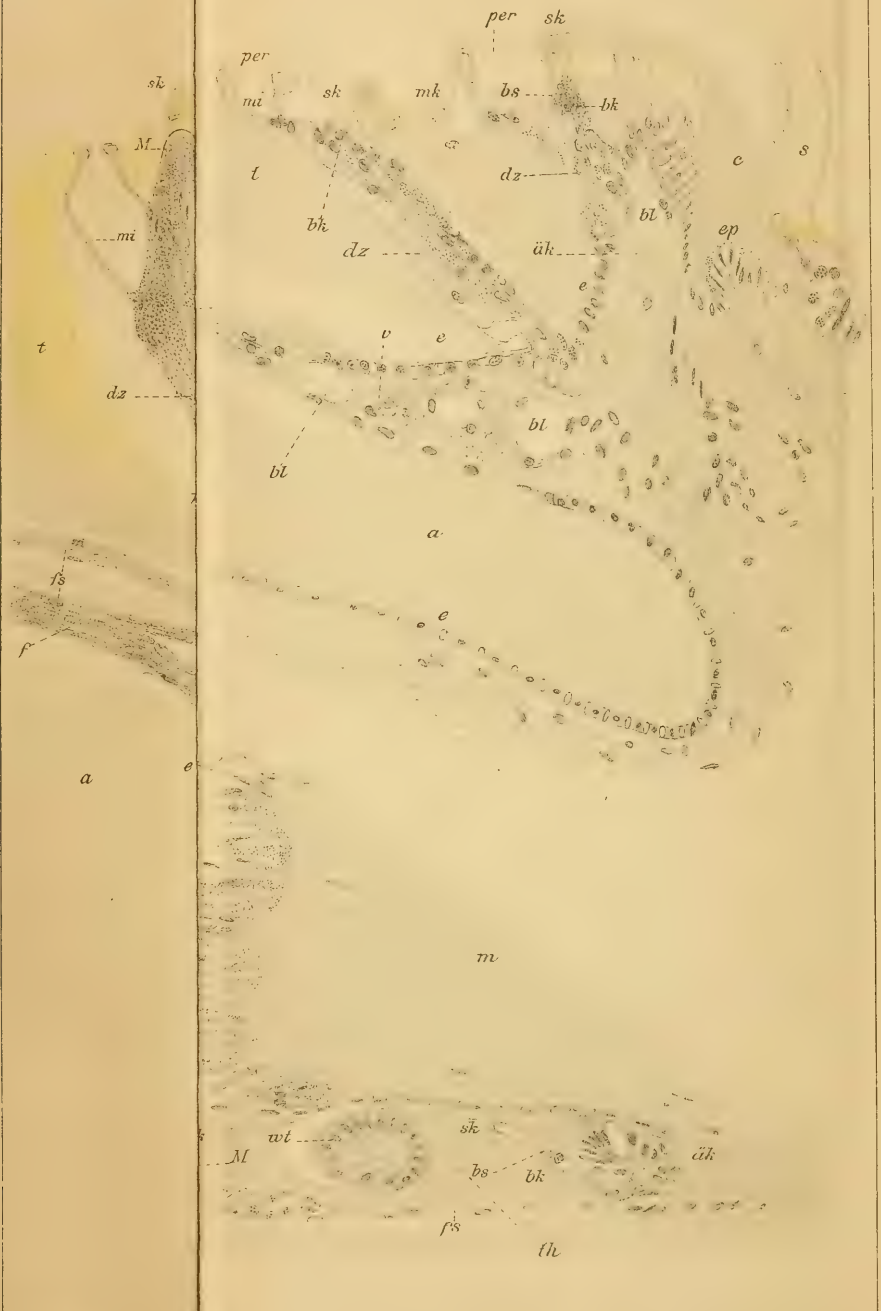



Fig 10. (300/1)

ges. Blumrich

Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig

Fig. 15. (350/1)




Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Fig. 14. (350/1)

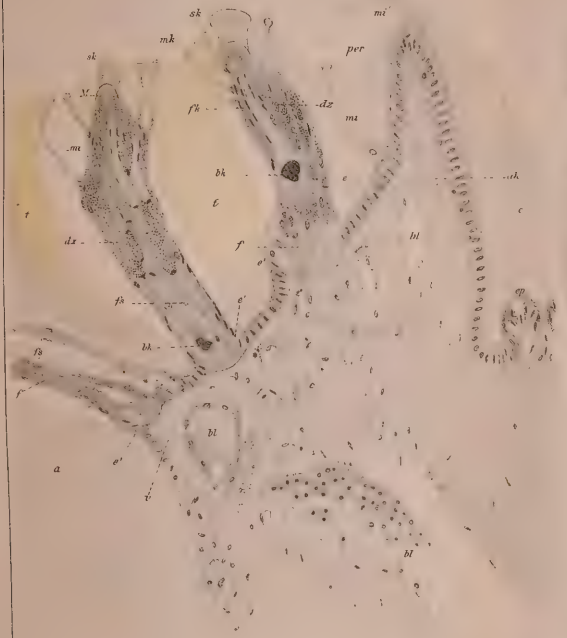



Fig. 17. (96/1)

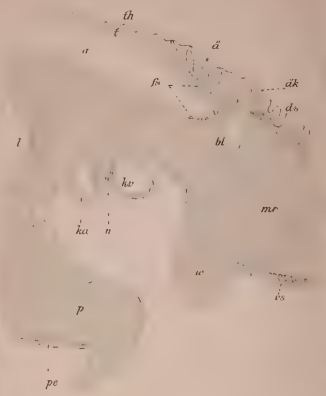



Fig. 15. (350/1)

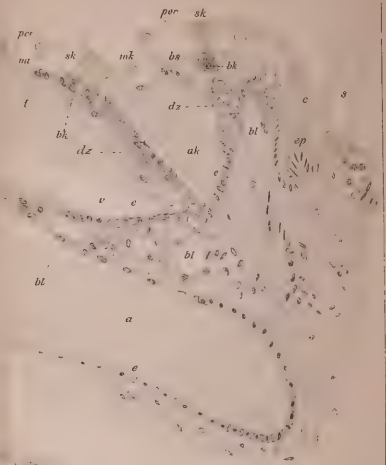
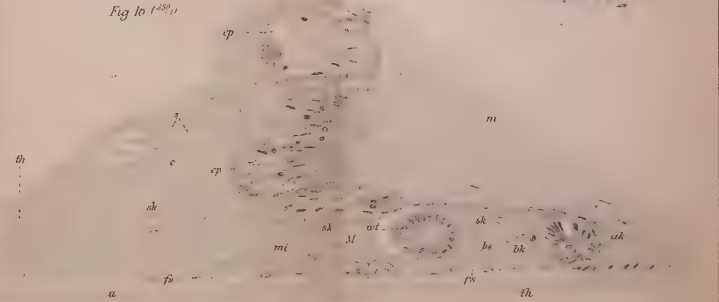
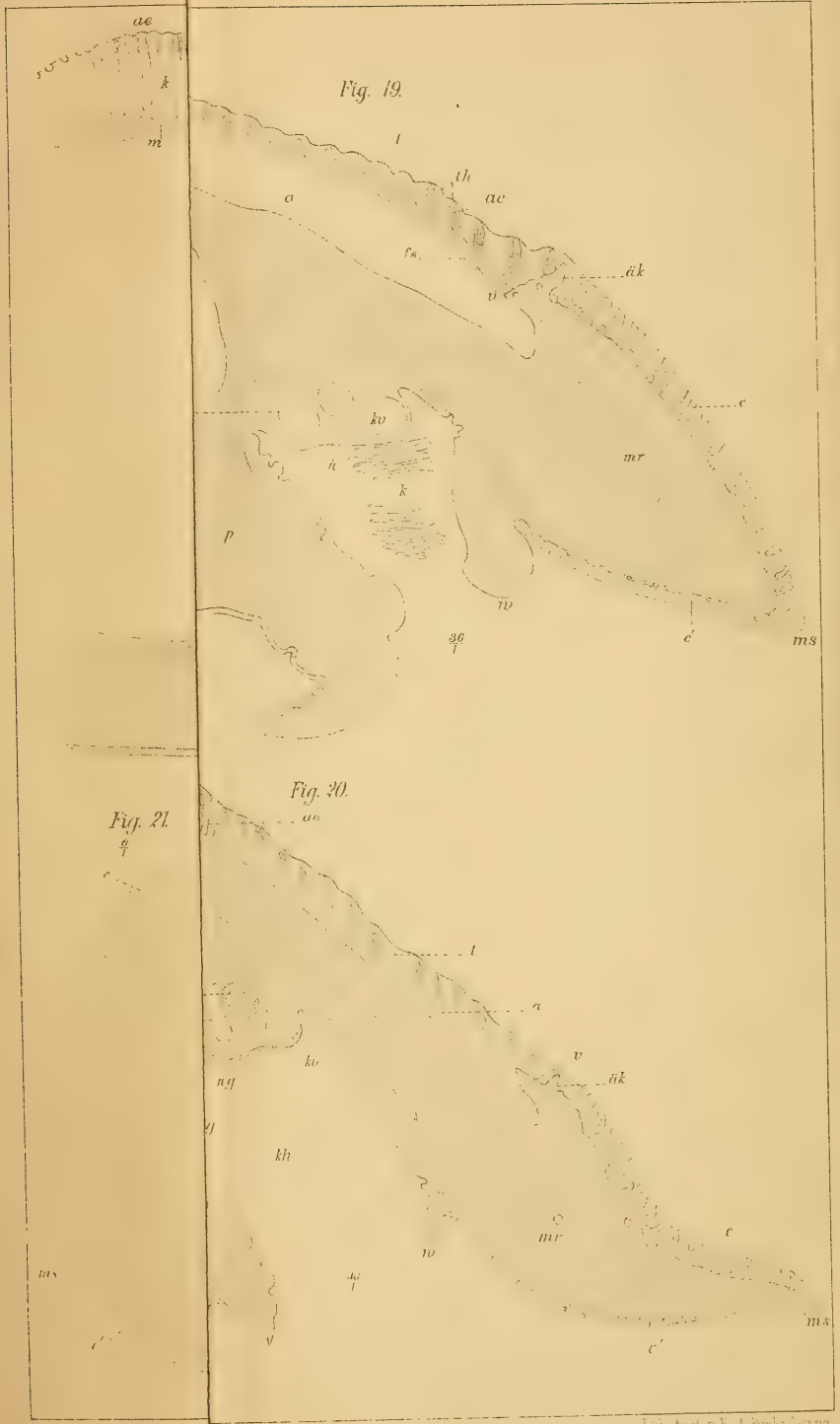


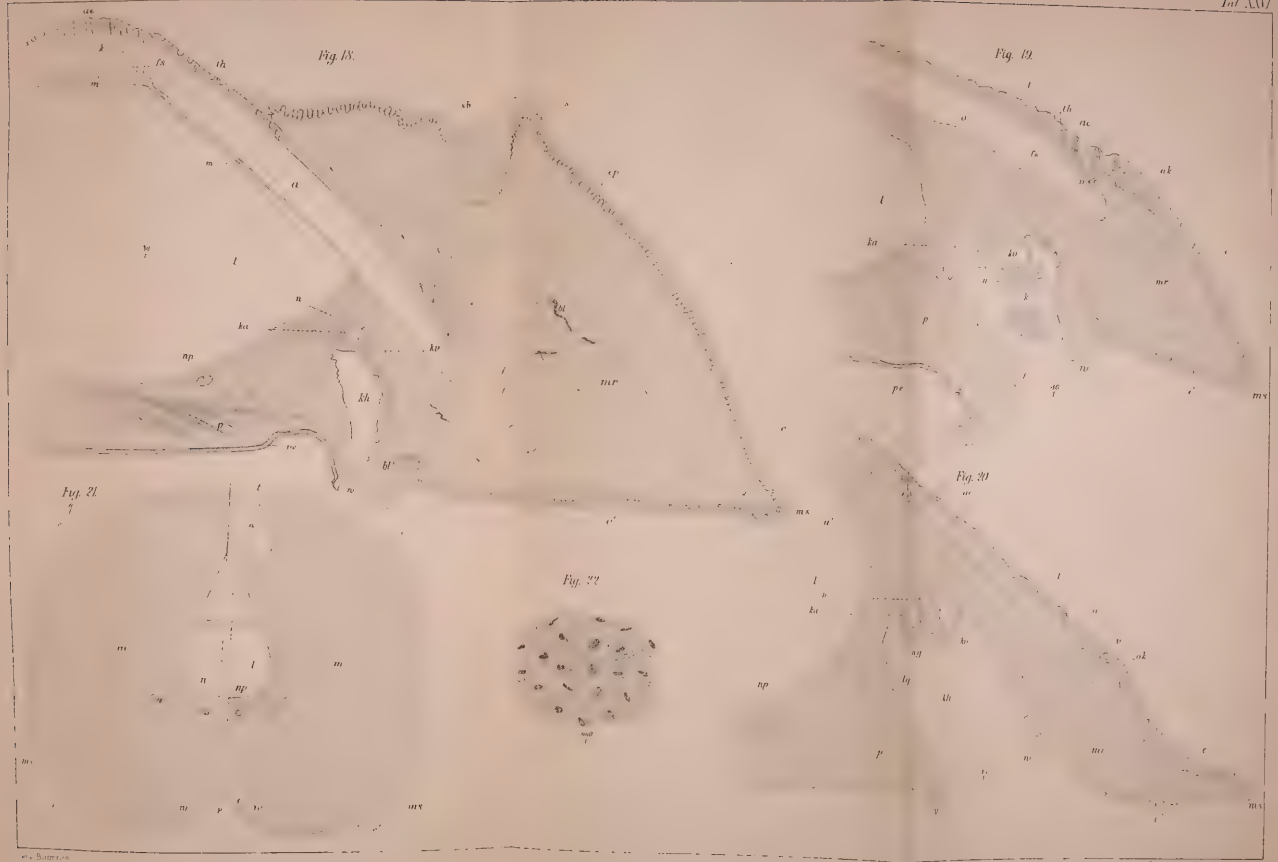

Fig. 10. (350/1)




Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig




Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig




Lith. Anst. v. S. A. Funke, Leipzig

Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig

Fig. 23. (350/1)

Fig. 24. (35

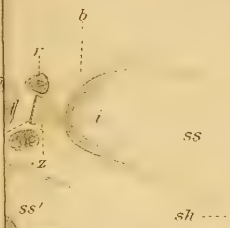



Fig. 25. (350/1)

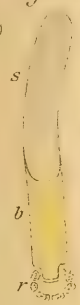
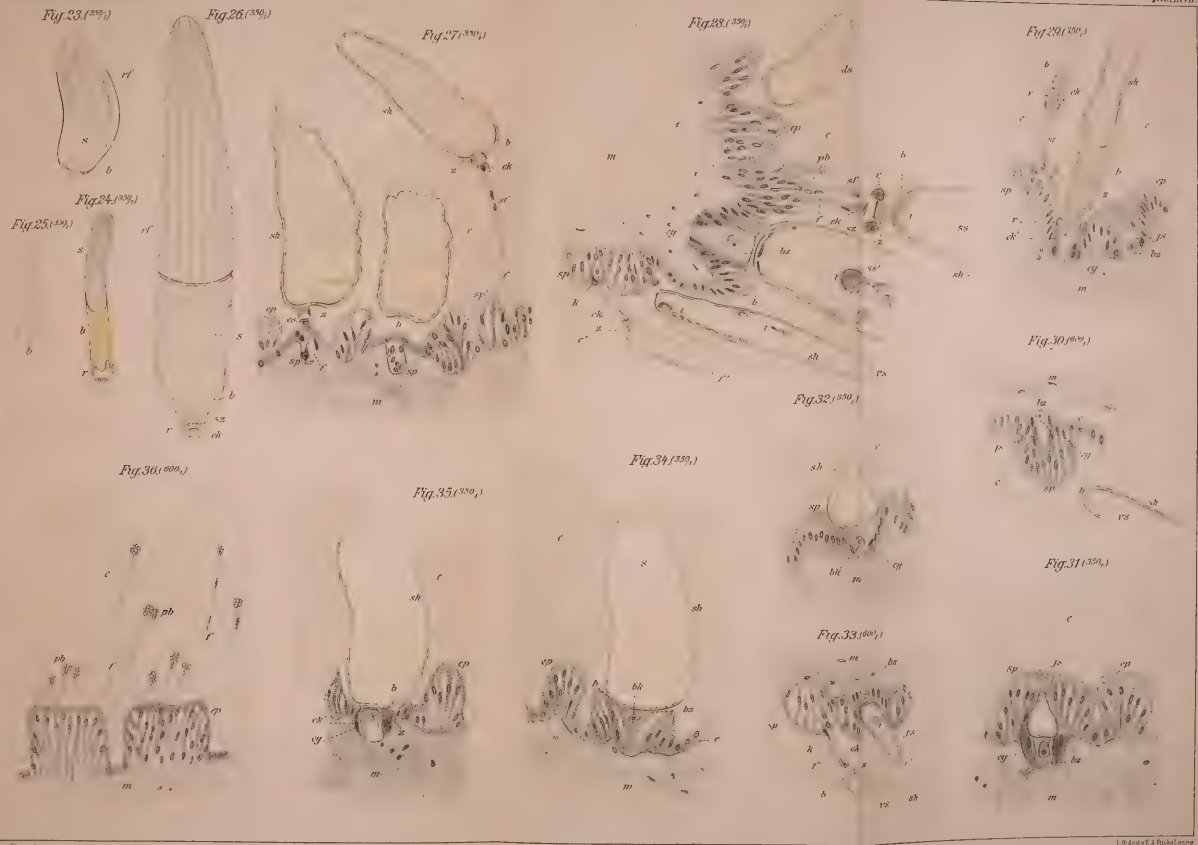


Fig. 29. (350/1)

Fig. 30. (600/1)

Fig. 31. (350/1)

(600/1)




Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.

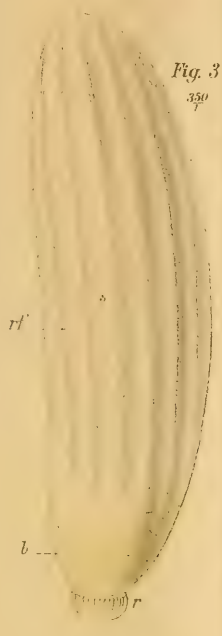



Fig. 37. $\frac{350}{1}$

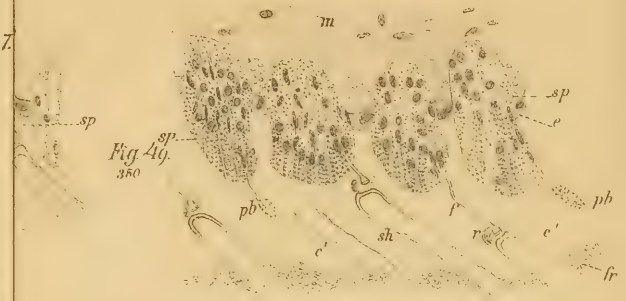



Fig. 49. $\frac{350}{1}$

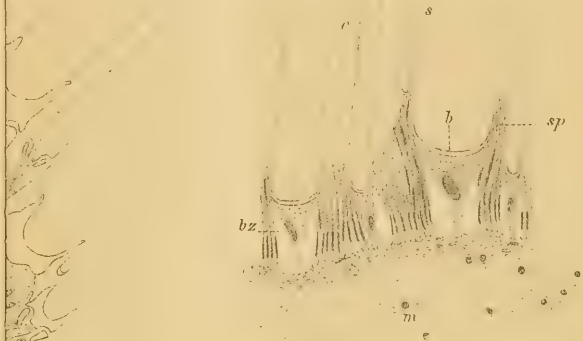



Fig. 48. $\frac{350}{1}$

Fig. 51. $\frac{350}{1}$

Fig. 41. $\frac{350}{1}$

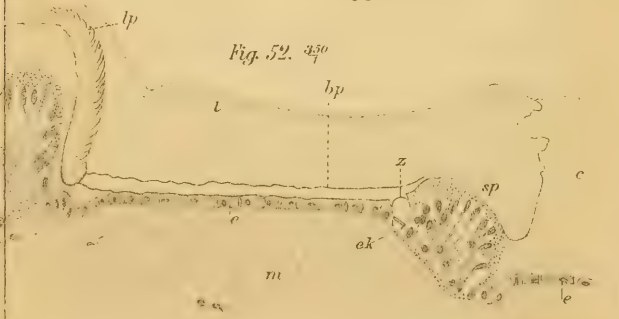



Fig. 52. $\frac{350}{1}$

gez. Ehrenfeld. Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

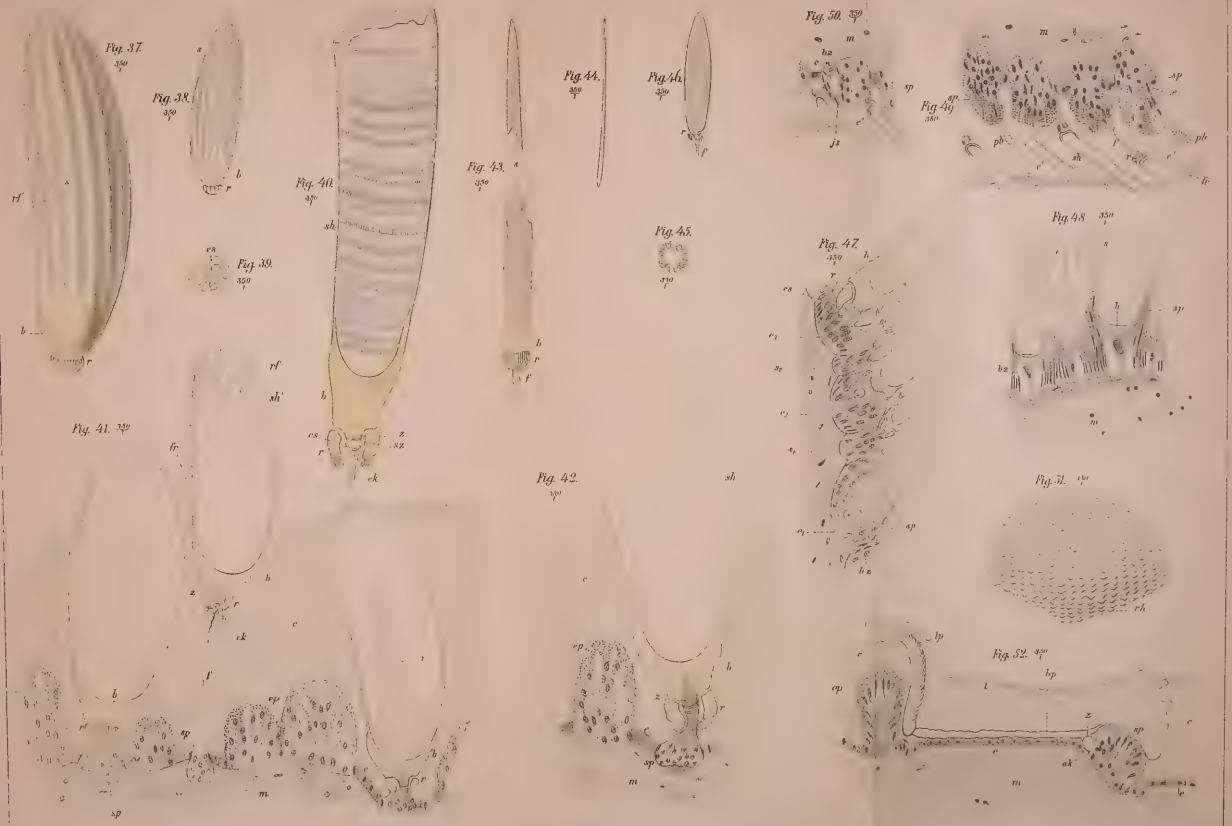


Fig. 37. 350/1
Fig. 38. 350/1
Fig. 39. 350/1
Fig. 40. 350/1
Fig. 41. 350/1
Fig. 42. 350/1
Fig. 43. 350/1
Fig. 44. 350/1
Fig. 45. 350/1
Fig. 47. 450/1
Fig. 48. 350/1
Fig. 50. 350/1
Fig. 51. 450/1
Fig. 52. 350/1
rf
sh
sh'
h
r
z
nz
ck
ep
sp
m
f
b
c
s
x
hz
ph
fr
ms
ds
ds'
ds''
ds'''
ds''''
ds'''''
ds''''''
ds'''''''
ds''''''''
ds'''''''''
ds''''''''''
ds'''''''''''
ds''''''''''''
ds'''''''''''''
ds''''''''''''''
ds'''''''''''''''
ds''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
ds'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''

Fig. 55. (350/1)

Fig. 57. (350/1)

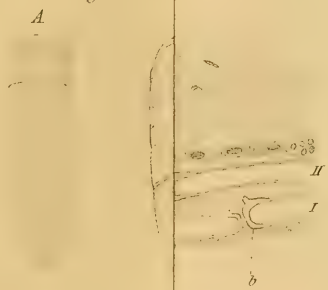



Fig. 56. (350/1)

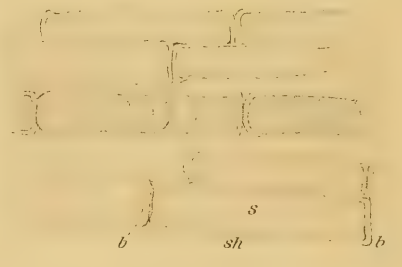
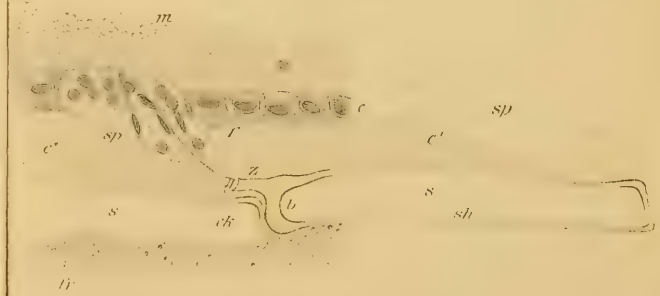



Fig. 58. (350/1)

Fig. 62. (600/1)




gez. Blumrich.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

Fig. 53 (350/1)

Fig. 54 (350/1)

Fig. 55 (350/1)

Fig. 57 (350/1)

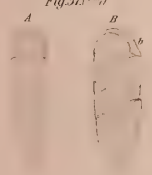



Fig. 58 (350/1)

Fig. 59 (350/1)

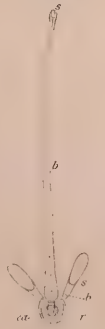



Fig. 60 (350/1)

Fig. 61 (350/1)

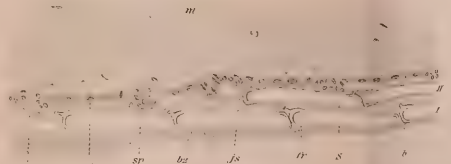



Fig. 63 (350/1)

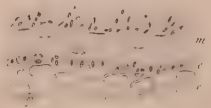



Fig. 30 (350/1)

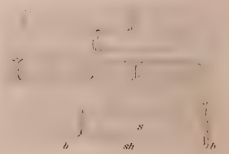
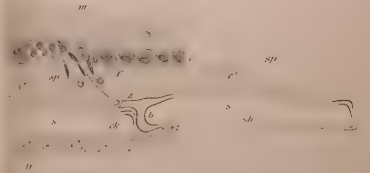
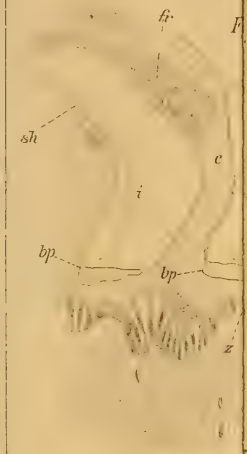



Fig. 62 (350/1)





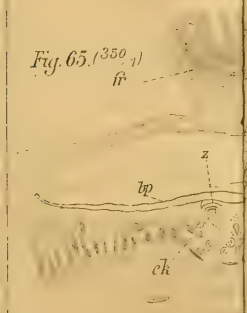




Fig. 65. (350/1)

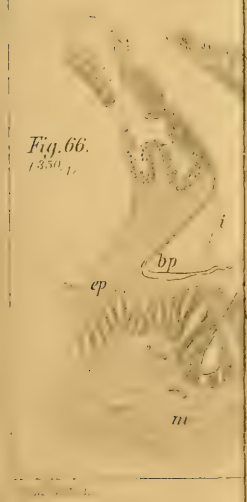



Fig. 66. (350/1)

Fig. 76. (36/1)

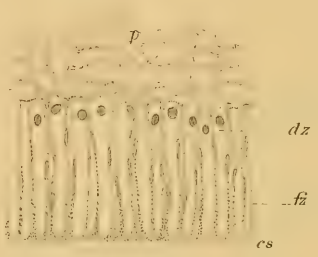
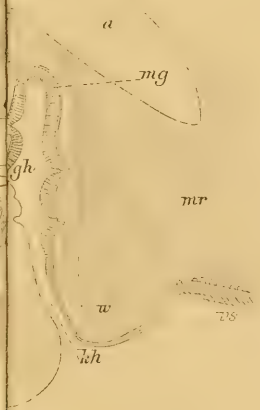



Fig. 80 (600/1)



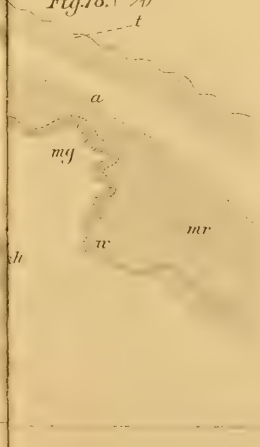




Fig. 78. (70/1)

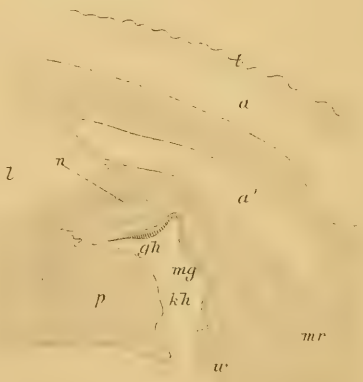
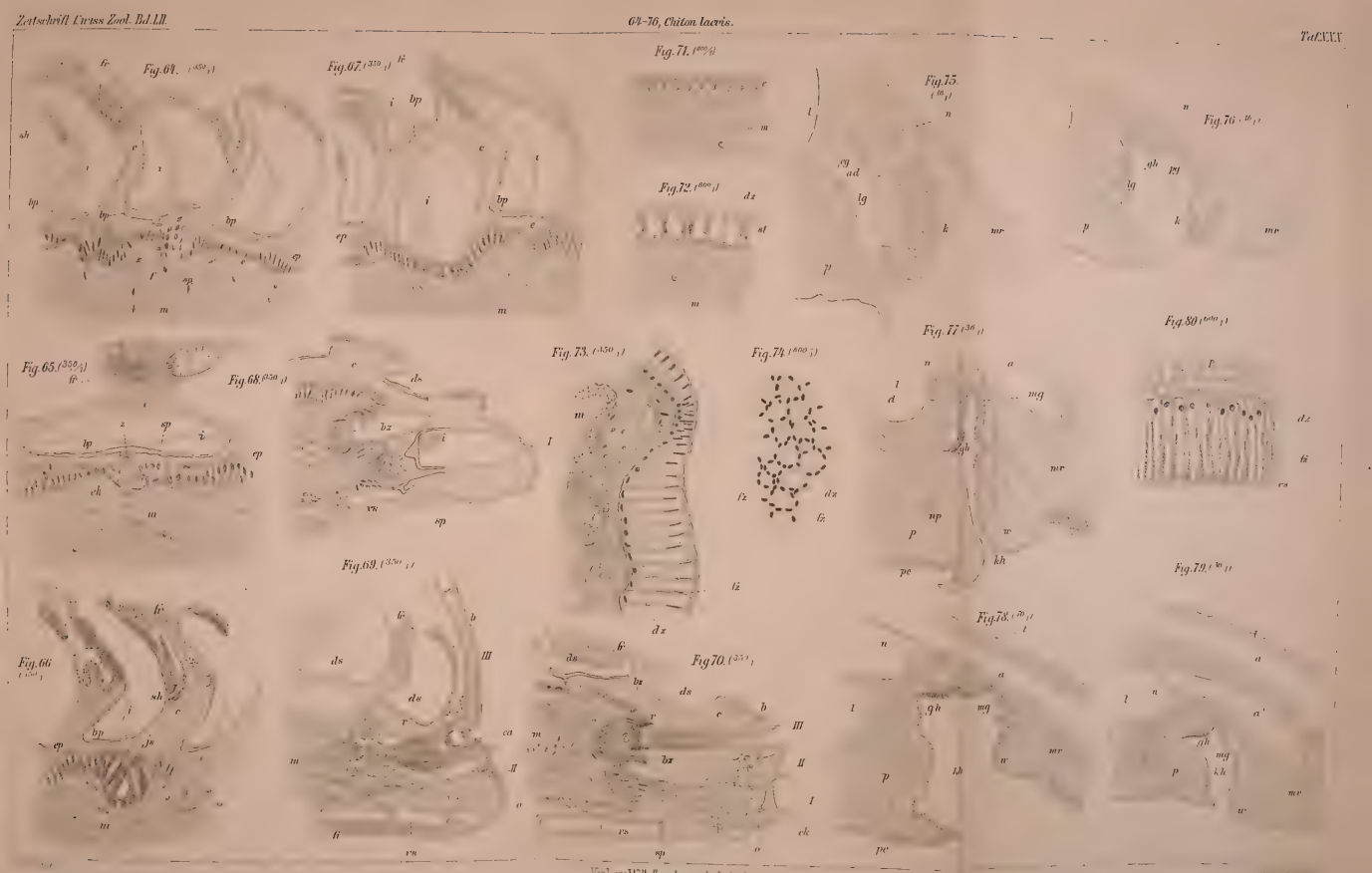



Fig. 79. (36/1)




Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.

# PAMPHLET BINDERS

**This is No. 1524**

**also carried in stock in the following sizes**

| | HIGH | | WIDE | | THICKNESS |
|---|---|---|---|---|---|
| 1523 | 9 | inches | 7 | inches | ½ inch |
| 1524 | 10 | " | 7 | " | " |
| 1525 | 9 | " | 6 | " | " |
| 1526 | 9⅛ | " | 7⅛ | " | " |
| 1527 | 10½ | " | 7⅛ | " | " |
| 1528 | 11 | " | 8 | " | " |
| 1529 | 12 | inches | 10 | inches | ½ inch |
| 1530 | 12 | " | 9⅛ | " | " |
| 1932 | 13 | " | 10 | " | " |
| 1933 | 14 | " | 11 | " | " |
| 1934 | 16 | " | 12 | " | " |

**Other sizes made to order.**

MANUFACTURED BY

**LIBRARY BUREAU**

**Division of REMINGTON RAND INC.**

Library Supplies of all Kinds

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00563 9026